

**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC**  
**CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

**WESLEY RICARDO DE SOUZA**

**UTILIZAÇÃO DO CONCEITO DE INTERNET DAS COISAS ASSOCIADA A  
TECNOLOGIA DE IDENTIFICAÇÃO POR RADIOFREQUÊNCIA (RFID) NA  
GESTÃO DE ESTOQUE DE FACAS DE CORTE DE UMA INDÚSTRIA GRÁFICA**

**CRICIÚMA**

**2019**

**WESLEY RICARDO DE SOUZA**

**UTILIZAÇÃO DO CONCEITO DE INTERNET DAS COISAS ASSOCIADA A  
TECNOLOGIA DE IDENTIFICAÇÃO POR RADIOFREQUÊNCIA (RFID) NA  
GESTÃO DE ESTOQUE DE FACAS DE CORTE DE UMA INDÚSTRIA GRÁFICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
para obtenção do grau de Bacharel no curso de  
Ciência da Computação da Universidade do  
Extremo Sul Catarinense, UNESC.

Orientador: Prof. Me. Luciano Antunes

**CRICIÚMA**

**2019**

**WESLEY RICARDO DE SOUZA**

**UTILIZAÇÃO DO CONCEITO DE INTERNET DAS COISAS ASSOCIADA A  
TECNOLOGIA DE IDENTIFICAÇÃO POR RADIOFREQUÊNCIA (RFID) NA  
GESTÃO DE ESTOQUE DE FACAS DE CORTE DE UMA INDÚSTRIA GRÁFICA**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado pela  
Banca Examinadora para obtenção do Grau de  
Bacharel, no Curso de Ciência da Computação  
da Universidade do Extremo Sul Catarinense,  
UNESC, com Linha de Pesquisa em Internet das  
Coisas.

Criciúma, 24 de Junho de 2019.

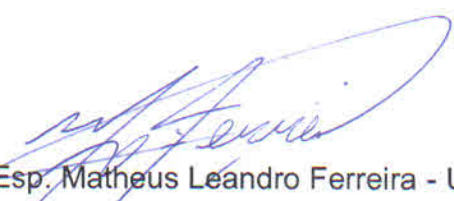
**BANCA EXAMINADORA**



Prof. Me. Luciano Antunes - UNESC - Orientador



Prof. Me. Gustavo Bisognin - UNESC



Prof. Esp. Matheus Leandro Ferreira - UNESC

**A todos que conheci ao longo desta jornada  
e que de alguma forma contribuíram para  
minha formação.**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço acima de tudo a Deus, conselheiro e amigo pessoal. O qual permitiu que tudo isso acontecesse, ao longo de minha vida, não somente no âmbito universitário, mas em todos os momentos da vida, ele é o maior mestre que alguém pode conhecer.

Agradeço a instituição UNESC, toda a direção, administração e seu corpo docente, que me proporcionaram todo o conhecimento necessário no processo de formação profissional. Agradeço de forma especial ao meu amigo e orientador Prof. Me. Luciano Antunes, o qual ao longo desta jornada esteve sempre presente, de forma competente e efetiva na solução dos mais diversos problemas, me direcionando no caminho certo durante todo o desenvolvimento do projeto. De forma também especial ao Prof. Me. Gustavo Bisognin e a empresa Contare Tecnologia, que mediram os esforços necessários para fornecer todo o material necessário referente a *hardware* para realizar o desenvolvimento do sistema.

Agradeço a minha família, em especial aos meus pais, José e Valdete, por me ensinarem desde o dia em que nasci que as conquistas só valem a pena quando acontecem de forma digna e honesta, agradeço por cada valor ensinado e por todo o apoio recebido.

Agradeço aos amigos que fiz ao longo desta jornada universitária, e que de alguma forma, direta ou indiretamente contribuíram para a minha formação.

A todos que de alguma forma contribuíram para que eu chegasse até aqui, o meu muito obrigado.

“Seus clientes mais insatisfeitos são sua maior fonte de aprendizado.”

Bill Gates

## RESUMO

O advento das tecnologias vem revolucionando e modificando o cotidiano de pessoas e indústrias como nunca visto antes. Dentre as tecnologias, a Internet das Coisas vem mostrando um crescimento muito acelerado, isso por que, tendo como princípio a ideia de representar qualquer coisa física no meio virtual por meio da captação de dados utilizando sensores que permitem a tomada de decisões pelos sistemas, está permitindo que se obtenha maior precisão e organização das informações. O objetivo do desenvolvimento deste trabalho foi mostrar a eficiência de um sistema móvel baseado no conceito de Internet das Coisas, o qual foi aplicado utilizando a tecnologia de identificação por radiofrequência em um estoque de facas de corte de uma indústria gráfica, com o objetivo de realizar todo o gerenciamento dos itens, assim como obter informações para facilitar no processo de localização e gestão dos itens. Foi utilizado a linguagem de programação Javascript, a aplicação foi desenvolvida para ser híbrida, para isso foi programada no Framework Ionic e para consumo de dados foi utilizado o Firebase. O processo de serialização de etiquetas RFID foi adaptado para ser apenas como prova de conceito, além disso foi necessário aplicar o Filtro de Kalman para os sinais digitais recebidos, afim de obter dados mais precisos no projeto. A leitura das etiquetas RFID pelo leitor e a integração do mesmo com a aplicação foram satisfatórias para possibilitar o gerenciamento dos itens do estoque, tanto a aplicação quanto o banco de dados se comportaram de maneira adequada. A utilização de um processo de serialização específica foi eficiente pois assegurou que os itens do estoque fossem únicos dentro do sistema. O Filtro de Kalman se mostrou de grande importância e muito eficiente pois pode aproximar os resultados dos valores reais, sendo capaz de filtrar os ruídos do sinal de radiofrequência. Por meio dos resultados alcançados pôde-se identificar vias para a evolução do projeto, como podem ser observadas na conclusão.

**Palavras-chave:** Internet das Coisas. RFID. Controle de Estoque. Indústria Gráfica.

## ABSTRACT

The advent of new technologies has been revolutionizing and changing the daily lives of people and industries like never before. Among the technologies, the Internet of Things has shown a very accelerated growth, that is why, having as principle the idea of representing anything physical in the virtual environment by capturing data using sensors that allow the decision-making by the systems, it is allowing for greater accuracy and organization of information. The objective of the development of this work was to show the efficiency of a mobile system based on the Internet of Things concept, which was applied using radiofrequency identification technology on cutting knives of a graphic industry. This eased the management of items as well as reunited information to facilitate the process of locating and managing them. The Javascript programming language was used, the application was developed to be hybrid, so it was programmed in the Ionic Framework, and for data consumption Firebase was used. The RFID tag serialization process was adapted to be just as proof of concept, in addition it was necessary to apply the Kalman Filter to the digital signals received, in order to obtain more precise data in the design. The reading of the RFID tags by the reader and the integration of the same with the application were satisfactory enough to enable the management of inventory items, both the application and the database behaved properly. The use of a specific serialization process was efficient because it ensured inventory items were unique within the system. The Kalman Filter has proved to be of great importance and very efficient because it can approximate the results to the real values, being able to filter the noise of the radiofrequency signal. Through the results achieved, it was possible to identify ways in which the project could evolve, as can be observed in the conclusion.

**Keywords:** Internet of Things. RFID. Inventory control. Graphic industry.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Modelo de Faca de Corte .....	23
Figura 2 - Modelos de arquitetura IoT .....	26
Figura 3 - Arquitetura genérica da IoT .....	29
Figura 4 - Funcionalidades do Objeto em IoT .....	31
Figura 5 - Elementos da Internet das Coisas .....	33
Figura 6 - Elementos e exemplos de componentes IoT .....	36
Figura 7 - Histórico das Revoluções Industriais .....	40
Figura 8 - Pilares para implantação da Industria 4.0 .....	41
Figura 9 – Estrutura RFID .....	46
Figura 12 - Composição básica de um sistema RFID .....	48
Figura 13 - Modos de transmissão RFID.....	54
Figura 14 - Estrutura de acoplamento indutivo.....	56
Figura 15 - Layout de estocagem de Facas de Corte .....	69
Figura 16 - Modelos possíveis para aplicação da etiqueta.....	70
Figura 17 - Trecho de código de desenvolvimento híbrido.....	72
Figura 18 - Conexão com o banco de dados da aplicação .....	75
Figura 19 - Estrutura de um banco de dados NoSQL .....	75
Figura 20 - Tela de Login da Aplicação.....	76
Figura 21 - Exemplo de leitura de dados com Bluetooth Serial.....	77
Figura 22 - Exemplo de escrita de dados com Bluetooth Serial .....	78
Figura 23 - Tela de Inclusão de Faca de Corte .....	80
Figura 24 - Relação entre código de barras e número de série .....	81
Figura 25 – Modelo de EPC para Etiqueta RFID.....	82
Figura 26 - Tela de Identificação de Faca de Corte .....	83
Figura 27 - Tela de Realização de Inventário.....	84
Figura 28 - Tela de Localização de Facas .....	85
Figura 29 - Algoritmo do Filtro de Kalman .....	87

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Comparação entre sistemas de identificação.....	47
Tabela 2 - Especificações técnicas do Leitor BT-900.....	66
Tabela 3 - Valores para filiação GS1.....	82

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIDC	<i>Automatic Identification and Data Capture</i>
BOPP	Polipropileno biorientado
CSS	<i>Cascading Style Sheets</i>
CTP	<i>Computer-To-Plate</i>
EAN	<i>European Article Number</i>
EEPROM	<i>Electrically-Erasable Programmable Read-Only Memory</i>
EPC	<i>Electronic Product Code</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i>
GSM	<i>Global System for Mobile Communications</i>
GTIN	<i>Global Trade Item Number</i>
HF	<i>High Frequency</i>
HTML	<i>Hypertext Markup Language</i>
FPGA	<i>Field Programmable Gate Array</i>
iOS	<i>Iphone Operating System</i>
IoT	<i>Internet Of Things</i>
IoT-A	<i>Internet of Things Architecture</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
ITU	<i>International Telecommunication Union</i>
JSON	<i>JavaScript Object Notation</i>
LF	<i>Low Frequency</i>
M2M	<i>Machine-To-Machine</i>
MDF	<i>Medium Density Fiberboard</i>
MWA	<i>Mobile Web Application</i>
NPM	<i>Node Package Manager</i>
OCR	<i>Optical Character Recognition</i>
RF	Radiofrequência
RFID	<i>Radio-Frequency Identification</i>
RAM	<i>Random Access Memory</i>
ROM	<i>Read-Only Memory</i>
RSSI	<i>Received Signal Strength Indicator</i>
RTLS	<i>Real Time Locating Systems</i>
RTOS	<i>Real Time Operating System</i>

SAW	<i>Surface Acoustic Wave</i>
SDK	<i>Software Development Kit</i>
SOCs	<i>System On Chips</i>
UHF	<i>Ultra High Frequency</i>
UMTS	<i>Universal Mobile Telecommunications System</i>
URL	<i>Uniform Resource Locator</i>

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
1.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA.....	16
1.2 OBJETIVO GERAL .....	18
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	18
1.4 JUSTIFICATIVA .....	18
<b>2 INDÚSTRIA GRÁFICA.....</b>	<b>20</b>
2.1 SEGMENTOS DE PRODUTOS .....	21
2.2 PROCESSO DE PRODUÇÃO .....	21
2.3 SETOR DE CORTE E VINCO.....	22
2.4 FACAS DE CORTE.....	23
2.5 MÁQUINAS DE CORTE E VINCO .....	23
2.6 ARMAZENAMENTO DAS FACAS DE CORTE .....	24
<b>3 INTERNET DAS COISAS .....</b>	<b>25</b>
3.1 ARQUITETURA DA INTERNET DAS COISAS .....	26
3.1.1 Camada Objetos .....	27
3.1.2 Camada de Abstração de Objetos .....	27
3.1.2 Camada de Gerenciamento de Serviços .....	27
3.1.2 Camada de Composição de Serviços.....	28
3.1.2 Camada de Negócios .....	28
3.2 ARQUITETURA GENÉRICA PELA TESE DE ZARGHAMI.....	29
3.2.1 Camada de Tecnologia de Ponta .....	29
3.2.2 Camada de <i>Gateway</i> de Acesso.....	30
3.2.4 Camada Internet .....	30
3.2.4 Camada <i>Middleware</i> .....	30
3.2.5 Camada de Aplicação .....	30
3.3 FUNCIONALIDADES DE UM OBJETO EM IOT .....	31
3.3.1 Características.....	31
3.3.2 Relações.....	32
3.3.3 Interface .....	32
3.4 ELEMENTOS DA INTERNET DAS COISAS.....	33
3.4.1 Identificação .....	34
3.4.2 Detecção .....	34

<b>3.4.3 Comunicação</b>	<b>35</b>
<b>3.4.4 Computação</b>	<b>35</b>
<b>3.4.5 Serviços</b>	<b>37</b>
<b>3.4.6 Semânticas</b>	<b>37</b>
<b>4 INDÚSTRIA 4.0</b>	<b>39</b>
4.1 PRINCÍPIOS DA INDÚSTRIA 4.0	41
4.2 PILARES DA INDÚSTRIA 4.0	42
<b>5 SISTEMAS DE IDENTIFICAÇÃO AUTOMÁTICA</b>	<b>43</b>
5.1 SISTEMA DE CÓDIGO DE BARRAS	43
5.2 RECONHECIMENTO ÓPTICO DE CARACTERES	44
5.3 PROCEDIMENTOS BIOMÉTRICOS	44
5.4 CARTÕES INTELIGENTES	45
5.5 SISTEMAS RFID	46
5.6 COMPARAÇÃO ENTRE OS DIFERENTES SISTEMAS DE IDENTIFICAÇÃO	47
<b>6 COMPOSIÇÃO DE UM SISTEMA RFID</b>	<b>48</b>
6.1 TAG	48
<b>6.1.1 Tags Passivos</b>	<b>49</b>
<b>6.1.2 Tags Ativos</b>	<b>50</b>
<b>6.1.3 Tag Semi-Passivo</b>	<b>50</b>
<b>6.1.4 Chipless RFID</b>	<b>51</b>
6.2 LEITORES RFID	51
6.3 ANTENA RFID	52
6.4 CONTROLADOR RFID	53
6.5 PRINCÍPIOS DE FUNCIONAMENTO DE SISTEMAS RFID	54
<b>6.5.1 Acoplamento indutivo</b>	<b>55</b>
<b>6.5.2 Acoplamento Eletromagnético</b>	<b>56</b>
<b>6.5.3 Ondas acústicas de superfície</b>	<b>57</b>
6.6 FREQUÊNCIAS DE OPERAÇÃO	57
6.7 PADRONIZAÇÃO DE MERCADO	58
<b>7 TRABALHOS CORRELATOS</b>	<b>59</b>
7.1 ADAPTIVE INVENTORY MANAGEMENT USING RFID DATA	59
7.2 DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA BASEADA EM RFID PARA CONTROLE DE ESTOQUE E CONTROLE DE MOVIMENTAÇÕES DE EQUIPAMENTOS HOSPITALARES	60

7.3 PROTÓTIPO DE UM SISTEMA PARA CONTROLE DE ESTOQUE COM RFID PARA SUPERMERCADOS.....	62
7.4 ADOÇÃO DE TI NA GESTÃO DE ESTOQUES: USO DE RFID .....	63
<b>8 UTILIZAÇÃO DO CONCEITO DE INTERNET DAS COISAS ASSOCIADA A TECNOLOGIA DE IDENTIFICAÇÃO POR RADIOFREQUÊNCIA (RFID) NA GESTÃO DE ESTOQUE DE FACAS DE CORTE DE UMA INDÚSTRIA GRÁFICA</b>	<b>64</b>
8.1 METODOLOGIA.....	64
<b>8.1.1 Definição de recursos .....</b>	<b>65</b>
8.1.1.1 Leitor RFID .....	66
8.1.1.2 Tag Passiva RFID .....	67
8.2 VISÃO DO PROJETO .....	67
<b>8.2.1 Organização do Estoque .....</b>	<b>68</b>
<b>8.2.2 Acoplamento entre Tag RFID e Faca de Corte.....</b>	<b>69</b>
8.3 DESENVOLVIMENTO PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS.....	71
<b>8.3.1 Ferramentas de desenvolvimento .....</b>	<b>73</b>
<b>8.3.2 Estrutura da aplicação .....</b>	<b>75</b>
8.3.2.1 Inclusão .....	79
8.3.2.1.1 <i>Serialização RFID</i> .....	81
8.3.2.2 Identificação .....	82
8.3.2.3 Inventário.....	84
8.3.2.4 Localização .....	85
8.3.2.4.1 <i>Filtro de Kalman</i> .....	86
8.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	87
<b>9 CONCLUSÃO .....</b>	<b>90</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>92</b>
<b>APÊNDICE A – FLUXOGRAMA DE PROCESSO .....</b>	<b>100</b>
<b>APÊNDICE B – ARTIGO CIÊNTIFICO .....</b>	<b>101</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A evolução constante da tecnologia vem trazendo as empresas novas maneiras de gerenciar e organizar informações. Boa parte destes benefícios estão sendo concedidos pelo uso das tecnologias sem fio, que de fato vem provocando muitas mudanças nos hábitos e comportamentos das pessoas. Além disso, o uso da tecnologia vem sendo uma alternativa das empresas para sair na frente de seus concorrentes.

O advento da *Internet of Things* (IoT), na tradução livre, Internet das Coisas, vem trazendo a conectividade aos objetos, interligando tudo que está a nossa volta e permitindo a comunicação entre eles, trouxe também consigo a viabilidade da aplicação da Indústria 4.0, a qual muitos consideram como a quarta revolução industrial e tem como um dos pilares a IoT.

A evolução da tecnologia de informação com a redução dos custos tem sido fundamental para permitir as empresas alcançarem o controle e gestão de estoques, por exemplo. O uso de código de barras é uma solução tecnológica interessante e viável para o controle parcial do estoque, mas atualmente devido a suas limitações de aplicação, as empresas vêm buscando novas tecnologias para implementação, como a identificação por radiofrequência (SCAVARDA; NOGUEIRA FILHO; KRAEMER, 2005).

A tecnologia de identificação por radiofrequência (RFID) não é apenas um produto isolado, mas sim todo um sistema que pode ser desenvolvido para controle e identificação automática utilizando emissão de sinais de rádio, permitindo o armazenamento remoto de informações por meio de etiquetas, conhecida como *tags*, que podem ser fixadas em produtos ou animais, para permitir a identificação do mesmo dentro do sistema.

A ampla difusão da tecnologia de identificação por radiofrequência, principalmente pelo constante crescimento de IoT e Indústria 4.0, a torna amplamente aplicável em vários ambientes dentro da empresa, dentre eles, como citado, o estoque.



## 1.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Dentro do ambiente de uma indústria gráfica, a gestão de estoques é fundamental para todos os setores de produção, assim como reflete na qualidade final do produto. Dentre estes setores, tem-se o corte e vinco, setor qual utiliza itens como facas de corte, clichês e outras matérias-primas, como bobinas de laminação de Polipropileno biorientado (BOPP) e *Hot Stamping*.

Facas de corte são materiais que possuem uma base em madeira, normalmente em *Medium Density Fiberboard* (MDF) devido a facilidade de produção da faca neste tipo de material. Em sua produção, a base recebe um recorte especial, feito manualmente ou a laser, onde posteriormente são acopladas lâminas metálicas de corte ou vinco (FL FACAS, [20--]).

O contato exercido pela máquina entre a folha de papel e a lâmina de corte da faca proporciona um corte preciso, dando formato ao material. Uma embalagem para medicamentos, por exemplo, posteriormente a impressão, a folha impressa é encaminhada às máquinas de Corte e Vinco, após esse procedimento, o material está pronto para ser levado ao setor de colagem, que é o processo final, onde a embalagem sairá pronta para receber o medicamento.

Após o uso das facas, é necessário realizar a estocagem para evitar que se tenha contato, principalmente com umidade, garantindo assim a durabilidade, evitando a proeminência do MDF ou o enferrujamento das lâminas, permitindo reutilizá-las posteriormente. Na maioria dos casos, as facas são armazenadas em prateleiras, longe do chão, uma ao lado da outra.

Futuramente, ao realizar a busca da faca de corte desejada no estoque, o responsável pelo serviço irá encontrar uma grande quantidade de modelos semelhantes, de fato, conseguir identificar as diferenças em cada faca é muito difícil, afinal, elas podem ter milímetros de diferença na largura ou altura, por exemplo. Embora exista a possibilidade destas facas possuírem uma identificação manual, como numeração ou etiquetas tradicionais, pode-se encontrar centenas ou até milhares delas e isso, quando armazenadas lado a lado, irá demandar um tempo muito grande para localizar o modelo desejado. O

tempo necessário para localização de uma faca pode levar algumas horas e pode ocorrer de não ser possível localizá-la.

O advento da Internet das Coisas, junto da propagação do conceito de Indústria 4.0 vem permitindo diversas empresas a usar cada vez mais tecnologia na gestão de estoques. A identificação por Radiofrequência atualmente é utilizada em diversas áreas, podendo também ser aplicada na área de gerenciamento de estoques.

Como já citado por Scavarda et. al. (2005), o uso de código de barras é uma solução tecnológica interessante e viável para o controle parcial do estoque, mas atualmente devido a suas limitações de aplicação, as empresas vêm buscando novas tecnologias para implementação, como a identificação por radiofrequência.

Um sistema de RFID é composto por uma antena, um transceptor, que faz a leitura do sinal e transfere a informação para um dispositivo leitor, e também um transponder ou etiqueta de radiofrequência, que deverá conter o circuito e a informação a ser transmitida. Estas etiquetas podem estar presentes em diversos objetos, como produtos e embalagens, como também podem estar em pessoas e animais (CIRIACO, 2009).

A aplicação das etiquetas RFID, junto do conceito de Internet das Coisas, onde tudo está conectado e se comunicando, irá possibilitar o controle do ambiente de armazenamento, as requisições feitas pelo sistema e enviadas pelo leitor RFID, irão permitir, a partir da leitura da etiqueta, acesso a informações como número de montagens da faca de corte, formato, tipo de produto em que ela é aplicada, ao código da prateleira para localização manual, assim como a localização por proximidade, por meio da leitura da potência do sinal recebido da etiqueta. Além disso também será possível o registro de um código único na etiqueta que será aplicada na faca de corte, garantindo que, posteriormente ao buscar a mesma, ela seja localizada realizando a leitura deste código.

## 1.2 OBJETIVO GERAL

Aplicar o conceito de Internet das Coisas associado ao uso da tecnologia de identificação por radiofrequência (RFID) no gerenciamento do estoque de facas de corte de uma indústria gráfica.

## 1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para o desenvolvimento deste projeto de pesquisa foram determinados os seguintes objetivos:

- a) identificar dados relacionados ao armazenamento de facas de corte pelas indústrias gráficas da região;
- b) identificar o melhor modelo de etiquetas RFID para ser utilizado neste tipo de controle organizacional;
- c) desenvolver um sistema móvel para gerenciar os itens de estoque;
- d) integrar as etiquetas RFID com softwares de leitura e gravação destes meios;
- e) demonstrar um sistema de organização de facas de corte para possibilitar a fácil localização utilizando de RFID.

## 1.4 JUSTIFICATIVA

Um estudo realizado em 2016 pela *Tyco Retail Solutions*, uma das maiores provedoras de prevenção de perdas e inteligência de estoque, mostra a importância do RFID na precisão do estoque de grandes varejistas.

O principal ganho é a visibilidade em tempo real de cada item do estoque utilizando RFID. A adoção da tecnologia, aliada a um processo de contagem regular das mercadorias, permite ao varejista evitar a distorção do estoque, além disso representa uma precisão de até 99%, além de alegado aumento nas vendas entre 5% e 25% (VENTURA, 2017).

Um exemplo dessa redução foi a Macy's, uma conhecida varejista norte-americana. Antes da implementação da tecnologia desenvolvida pela *Tyco Retail*, a empresa tinha uma variação de estoque de 4 a 5% por mês. Após a

implantação do RFID, a Tyco afirma que a variação chegou ao patamar de 2% (VENTURA, 2017).

Segundo Ribeiro et. al. (2012, p.2, apud Condea et. al., 2016) afirmam que as políticas de estoque baseadas no uso de RFID têm potencial para elevar a eficiência em custos e nível de serviço. Contudo, diferentes sensibilidades aos fatores de custo e taxas baixas de leitura devem ser consideradas quando se escolhe uma política de controle de estoques com RFID.

De tal modo, a estratégia na gestão de estoques utilizando os métodos de etiquetas inteligentes tem como principal benefício, a garantia de acuracidade dos dados do armazenamento de um determinado produto, assim como sua rastreabilidade. Em vias de aplicação, podemos relacionar os exemplos citados com o gerenciamento de estoques de facas de corte.

Dentre as principais facilidades proporcionadas, seria a fácil rastreabilidade do material, por meio da localização da faca de corte utilizando a potência do sinal de radiofrequência da etiqueta, o funcionário poderá identificar individualmente uma faca de corte utilizando o sistema móvel, a partir da leitura da etiqueta será possível obter informações específicas da faca de corte em questão.

Além disso, também será possível realizar o inventário dos itens, analisando a variação de estoque, e garantindo que os itens são recolocados no estoque após o seu uso além de verificar qualquer falha em alguma etiqueta. Em situações de necessidade também pode ser possível localizar a faca de corte manualmente, por meio da verificação do cadastro do item no sistema, identificando sua prateleira.

Além disso, a rápida localização da faca de corte iria estar diretamente relacionada com produção e lucros da empresa, isso por que, o tempo que era perdido anteriormente para localização da faca, agora se torna tempo disponível para produção, e o fato de ocorrer a não localização de facas será contornado, pois será possível identificar onde está o problema, analisando por exemplo, se o funcionário que a retirou do estoque não a devolveu, ou colocou na posição errada de armazenamento, isso contribuirá diretamente para evitar os custos de produção de uma nova faca, cujo mesmo sai do caixa da empresa.

## 2 INDÚSTRIA GRÁFICA

Entende-se por indústria gráfica a empresa prestadora de serviços a qual sua função é transferir tinta para um substrato, como papel ou plástico, utilizando algum sistema de impressão, podendo ele ser *offset*, rotogravura, flexografia, entre outros. Empresas deste ramo podem ainda oferecer serviços de pós-impressão, como acabamentos, dobraduras, encadernação, colagem e efeitos (SOUSA, 2012).

Para Yew e Tan (2005, tradução nossa), a indústria de impressão abrange diversos processos, desde a criação até outros serviços não impressos. A definição de indústria gráfica não engloba apenas as empresas que realizam a impressão do serviço, mas qualquer empresa que forneça serviços de acabamento, como laminação, corte e vinco, montagem e envernização para seus clientes.

Dentro da cadeia produtiva de uma indústria gráfica podem se destacar três segmentos: insumos, editorial e gráfico. Este último ainda pode ser dividido em três processos: serviço de pré-impressão, impressão de produtos e serviços de acabamentos. No segmento de insumos, existem os fornecedores de papel e produtos de papel, como envelopes, cadernos, adesivos e formulários ainda sem impressão, e os fornecedores de insumos químicos, como tintas, reveladores, fixadores, solventes e vernizes. No segmento editorial, destacam-se as empresas que prestam serviços de editoração, assim como há a edição integrada à impressão de livros, revistas, jornais e outros produtos gráficos. Por fim, no segmento de impressão, destaca-se a parte da produção dos mais diversos tipos de produtos resultantes do processo gráfico: livros, revistas, jornais, periódicos, embalagens, etiquetas, envelopes, cadernos, impressos promocionais e fiscais (FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO PARANÁ, 2012).

## 2.1 SEGMENTOS DE PRODUTOS

Os materiais produzidos em uma indústria gráfica são fundamentais para o funcionamento de muitos outros negócios, como por exemplo os supermercados, que atualmente necessitam da panfletagem para divulgação de ofertas e promoções (VICENTE, 2016).

Dominante no setor gráfico, as embalagens representaram, no ano de 2018, cerca de 48,6% da produção gráfica. Logo em seguida encontramos o setor Editorial/Publicações, que envolve produtos como livros, revistas, manuais e guias, os quais representaram 21,6%. Juntos, embalagens e o setor editorial representaram cerca de 70% da participação no setor de produção das indústrias gráficas. Os demais 30% dividem-se entre os Impressos Promocionais, Documentos fiscais e Formulários, Rótulos e Etiquetas, Pré-impressão, Cartões Transacionais, Cadernos e Envelopes (ABIGRAF, 2019).

## 2.2 PROCESSO DE PRODUÇÃO

Atualmente, em grandes empresas, o processo de produção gráfica é composto basicamente por três etapas: a pré-impressão, impressão e pós-impressão ou acabamento (MOTTA, 2009).

Tudo se inicia pela necessidade, a partir da exigência de um material gráfico, entram em ação o redator, o designer e outras peças fundamentais para organizar todo o material, textos e imagens, de forma harmoniosa, para desenvolver o material solicitado pelo cliente (PRINTI, 2016).

Com o arquivo finalizado e pronto para impressão, ele é enviado para a indústria gráfica, que passa a ser responsável pela reprodução com qualidade do material solicitado pelo cliente.

A partir da requisição, são definidos o processo de impressão, que podem ser diretos, onde a transferência é realizada diretamente da matriz para o substrato, como ocorre na produção flexográfica, serigráfica ou de rotogravura, ou indiretos, como no caso da produção *Offset*, onde a transferência para o substrato ocorre por meio de chapas (PRINTI, 2016).

Antes de ser impresso, o material passa pelo setor conhecido como pré-impressão. Neste setor é onde ocorre toda conferência do arquivo recebido, realizando a comparação aos padrões de impressão gráfica, formatação, tamanho e imposição. Garantindo que o material está dentro dos padrões, é gravado as chapas de alumínio para impressão, utilizando um processo conhecido como *Computer to Plate* (CTP), o qual se baseia na conversão de arquivos digitais com textos e imagens em chapas para impressão (MOTTA, 2009).

Seguindo com a produção, a chapa já gravada é colocada em máquina para realização das cópias em escala industrial. Estas impressoras podem ser planas ou rotativas (MOTTA, 2009).

Com o material impresso, o mesmo é enviado ao setor de acabamentos, onde é realizada a última etapa antes de despachar o pedido para o cliente.

O acabamento gráfico é o processo que adiciona nobreza ao material impresso. Tais recursos podem transformar um simples impresso em um folheto de apresentação muito chamativo (EXPOPRINT, 2013).

As opções de acabamentos são diversas, as mais utilizadas são: laminação, corte e vinco, aplicação de vernizes, *hot stamping*, relevo seco e encadernação (EXPOPRINT, 2013).

## 2.3 SETOR DE CORTE E VINCO

O corte e o vinco são recursos básicos de um projeto. O corte define limites e gera formas. Ao alinhar corte e vinco entre arestas e vértices, pode-se chegar a uma forma geométrica desejada (LIU, 2013).

Esse procedimento é utilizado quando não se pode realizar o corte desejado utilizando guilhotinas comuns. Este recurso é muito utilizado na produção, principalmente, de embalagens, onde as mesmas exigem cortes com tamanhos limitados para a geração de abas. Torna-se um recurso expressivo para a valorização do layout (VILLAS-BOAS, 2010).

## 2.4 FACAS DE CORTE

No processo de corte e vinco é utilizado um tipo de faca moldado em uma matriz de madeira. Normalmente as facas são feitas de aço e podem conter lâminas de corte, onde as suas bordas são afiadas, ou lâminas de vinco, com bordas cegas ou arredondadas. O corte é feito pela pressão aplicada entre estas lâminas e o substrato, por uma máquina específica para corte e vinco (EXPOPRINT, 2013). A Figura 1 exibe um modelo de faca de corte.

Figura 1 – Modelo de Faca de Corte



Fonte: O Autor.

Devido a facilidade de produção e manuseio, as facas costumam ser produzidas em MDF, porém também podem ser desenvolvidas utilizando pinus, eucalipto ou virola.

## 2.5 MÁQUINAS DE CORTE E VINCO

As máquinas de corte e vinco são utilizadas no acabamento de trabalhos gráficos, tendo como função realizar o corte do papel, seja ele com maior ou menor gramatura, gerando um modelo final específico, como caixas e embalagens (GONÇALVES, 2011).



Estas máquinas são muito versáteis, pois podem produzir inúmeros tipos de produtos, abrindo um leque de possibilidades para a empresa. É necessário apenas trocar a ferramenta de corte, no caso a faca, a mesma máquina possibilita produzir desde embalagens de pizza e sapatos a pastas e displays (POLYMAK, 2010).

No mercado existem diversos modelos de máquinas de corte e vinco disponíveis, elas são divididas entre grande e pequeno formato, e também possuem versões manuais e automáticas.

## 2.6 ARMAZENAMENTO DAS FACAS DE CORTE

Como citado anteriormente, facas de corte são materiais que possuem uma base em madeira onde são moldados os cortes para colocação das lâminas de corte e vinco (EXPOPRINT, 2013).

Após o uso das facas, é necessário realizar a estocagem dela, para evitar que ela tenha contato, principalmente, com umidade. Garantindo assim a durabilidade, evitando a proeminência do MDF ou enferrujamento das lâminas, permitindo reutilizar posteriormente.

Normalmente esse armazenamento ocorre em prateleiras, onde as facas são postas lado a lado, evitando contato com o chão, garantindo que não tenham acesso a umidade, assim como demais condições que possam danificar a mesma.

### 3 INTERNET DAS COISAS

Grande parte das conexões com a internet, em todo o mundo, são dispositivos utilizados diretamente por seres humanos, como os computadores e celulares. A principal forma de comunicação é humano-humano (TAN; WANG, 2010, tradução nossa).

Segundo a Keysight Technologies (2018) isto está para mudar, até 2020, o número de dispositivos com IoT implantados será de aproximadamente 20 bilhões.

Partindo da definição, a *International Telecommunication Union* (ITU), que seria a União Internacional de Telecomunicações, define a Internet das coisas como “uma infraestrutura global para a sociedade da informação, permitindo serviços avançados pela interconexão, tanto física quanto virtual, de coisas com base nos recursos existentes e em evolução, em tecnologias de informação e comunicação interoperáveis (INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION, 2012, tradução nossa).

Tan e Wang (2010, tradução nossa) complementam como sendo uma nova dimensão que foi adicionada ao mundo das tecnologias de informação e comunicação, a qualquer hora, em qualquer lugar, será possível ter conectividade com qualquer coisa.

Com o crescimento da Internet das Coisas, todos os objetos poderão estar conectados, as coisas poderão trocar informações entre si mesmas e o número de “coisas” ligadas a internet será muito maior do que o número de pessoas, e ainda, os humanos se tornarão a minoria dos geradores e receptores de tráfego (TAN; WANG, 2010, tradução nossa).

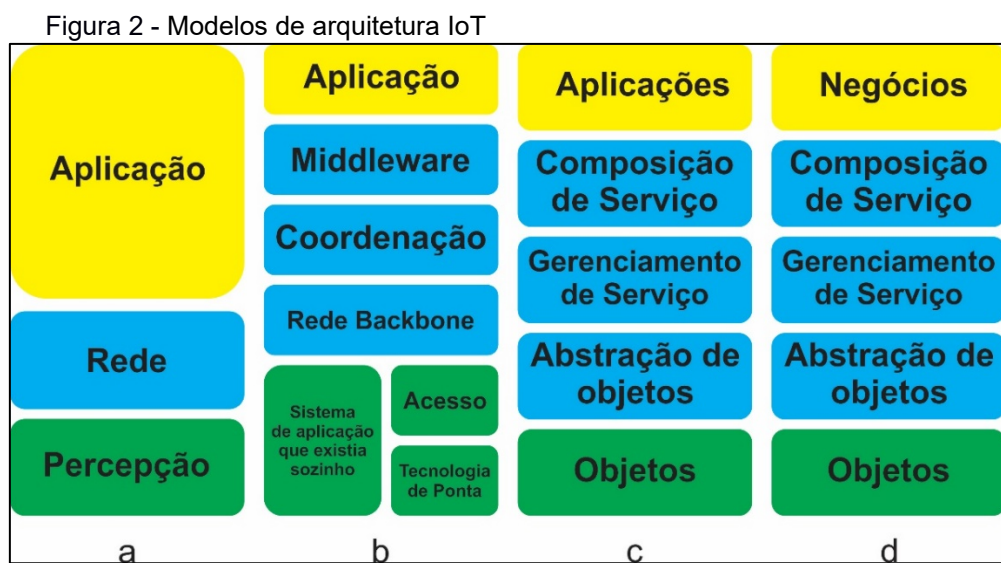
Waher (2015) buscou simplificar o conceito de IoT como sendo algo que se obtém a partir da conexão de coisas, não operadas por seres humanos, com a internet.

### 3.1 ARQUITETURA DA INTERNET DAS COISAS

No cenário atual não é possível definir uma arquitetura universal da IoT, visto que o cenário é caracterizado pela presença de aplicações que operam em arquiteturas de rede projetada quase que exclusivamente para o aplicativo. A medida que os sistemas baseados em IoT evoluem, eles necessitam se adaptar para integrar a outros sistemas. Esse fato é o principal desafio, visto que grande parte das aplicações operam em silos, possuindo uma arquitetura distinta, que não presta a interoperabilidade (DEUTSCHE BANK, 2014).

A IoT deve ser capaz de interconectar bilhões ou trilhões de objetos heterogêneos pela internet. É necessário que exista uma arquitetura flexível em camadas. O número de arquiteturas que são propostas ainda não converge com um modelo de referência (AL-FUQAHA et. al., 2015, tradução nossa).

Existem alguns projetos, como o *Internet of Things Architecture* (IoT-A) que buscam projetar uma arquitetura comum baseada na análise das necessidades dos pesquisadores e da indústria. O modelo do conjunto proposto é uma arquitetura em três camadas: Aplicação, Rede e Percepção. Recentemente surgiram também algumas novas propostas, que adicionam um pouco mais de abstração à arquitetura IoT (AL-FUQAHA et. al., 2015, tradução nossa). A Figura 2 a seguir mostra alguns modelos de arquitetura IoT.



Fonte: Adaptado de Al-Fuqaha et. al. (2015).

Levando em consideração a estrutura mais completa, referindo-se ao modelo de cinco camadas, conforme letra “d” da Figura 1. Al-Fuqaha et. al. (2015), definiram este modelo como sendo o mais aplicável em situações para IoT.

### **3.1.1 Camada Objetos**

A camada Objetos seria a primeira camada de uma arquitetura IoT. Tal camada representa os sensores físicos que visam coletar e processar informações. Esta camada inclui sensores e atuadores para executar diferentes funcionalidades, como consultar uma localização, temperatura, peso, movimento, vibração, aceleração, umidade, entre outras características do ambiente. Esta camada digitaliza e transfere os dados para a camada de abstração de objetos utilizando canais seguros. As grandes quantidades de dados gerados na Internet das Coisas são iniciadas nesta camada (AL-FUQAHA et. al., 2015, tradução nossa).

### **3.1.2 Camada de Abstração de Objetos**

Esta camada é responsável pela transferência dos dados produzidos pelos dispositivos da camada anterior até a Camada de Gerenciamento de Serviços utilizando canais seguros. Os dados podem ser transferidos por meio de várias tecnologias, como RFID, 3G, GSM, UMTS, WiFi, *Bluetooth*, infravermelho, ZigBee, etc. Nesta camada também ocorrem os processos relacionados a computação em nuvem e processos de gerenciamento de dados (AL-FUQAHA et. al., 2015, tradução nossa).

### **3.1.2 Camada de Gerenciamento de Serviços**

A camada de gerenciamento de serviços ou também conhecida como *Middleware* é responsável por encaminhar o serviço com seu solicitante ao destinatário, baseado em endereços e nomes. Esta camada permite que os programadores de aplicativos IoT trabalhem com objetos heterogêneos, sem se

preocupar com um *hardware* ou plataforma específicos. Esta camada também processa os dados recebidos, toma as decisões e entrega os serviços necessários pela rede (AL-FUQAHA et. al., 2015, tradução nossa).

### **3.1.2 Camada de Composição de Serviços**

Esta camada fornece os serviços solicitados pelo cliente. Por exemplo, esta camada pode fornecer temperatura e medições de umidade do ar para o cliente que solicita estes dados. Ela tem a capacidade de fornecer serviços inteligentes e de alta qualidade para atender as necessidades sempre que solicitadas (AL-FUQAHA et. al., 2015, tradução nossa).

### **3.1.2 Camada de Negócios**

A Camada de Negócios gerencia, de forma geral, as atividades e serviços do sistema. As responsabilidades desta camada são construir um modelo de negócio, gráficos, fluxogramas, entre outros, a partir dos dados recebidos da Camada de Aplicação. Também tem por função projetar, analisar, implementar, avaliar, monitorar e desenvolver elementos relacionados ao sistema IoT (AL-FUQAHA et. al., 2015, tradução nossa).

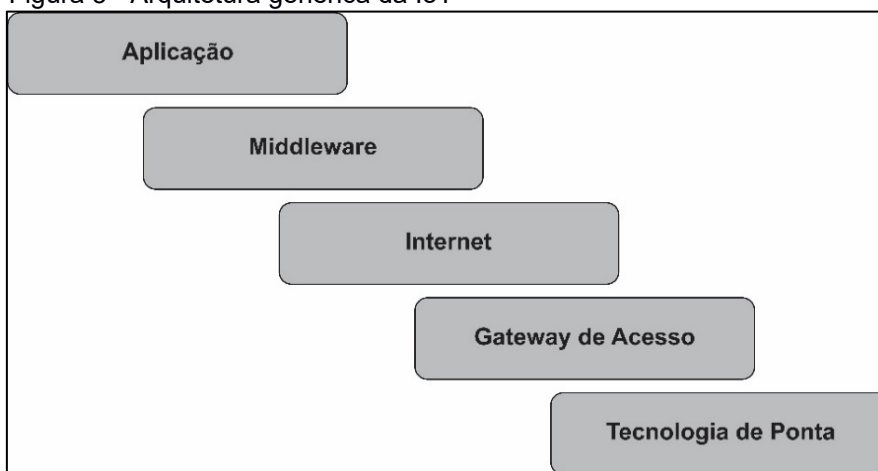
Esta camada torna possível o processo de tomada de decisões baseados em análise de *Big Data*. Assim como também é responsável por gerenciar as demais quatro camadas do modelo. Utilizando-se de comparações da saída recebida de uma camada, com a saída esperada, ela busca melhorar os serviços e manter a privacidade dos usuários (AL-FUQAHA et. al., 2015, tradução nossa).

Vale considerar que, normalmente, e por necessidade, esta camada está implementada em dispositivos poderosos, devido as enormes necessidades computacionais (AL-FUQAHA et. al., 2015, tradução nossa).

### 3.2 ARQUITETURA GENÉRICA PELA TESE DE ZARGHAMI

Baseando nas estruturas já existentes, tais quais já mencionadas para a arquitetura da Internet das Coisas e mesmo que não se tenha ainda uma definição exata de como ela é, Zarghami, ainda em 2013, antes do modelo apresentado por Al-Fuqaha et. al., apresentou em sua tese um modelo semelhante ao de cinco camadas, conforme Figura 3 a seguir.

Figura 3 - Arquitetura genérica da IoT



Fonte: Adaptado de Zarghami (2013).

Segundo Zarghami, esta arquitetura se baseia-se na necessidade de demandas de indústrias, empresas e a sociedade. Possuindo cinco níveis, sendo eles descritos a seguir.

#### 3.2.1 Camada de Tecnologia de Ponta

É a camada de *hardware* que consiste nos sistemas embarcados, como etiquetas RFID, redes de sensores e todos os demais tipos de sensores em suas diferentes formas. Esta camada pode executar diferentes funções, como coletar informações de um sistema ou ambiente, realizar o processamento de informações e apoiar a comunicação (ZARGHAMI, 2013, tradução nossa).

### 3.2.2 Camada de Gateway de Acesso

Esta camada tem por função o tratamento de dados e é responsável por publicar e subscrever os serviços que são fornecidos pelos objetos conectados, pelo encaminhamento de mensagens e também agilizar a comunicação entre as plataformas (ZARGHAMI, 2013, tradução nossa).

### 3.2.4 Camada Internet

Esta camada é responsável por prover a comunicação e acesso à rede. Assim como é nesta camada que se encontra os serviços de *cloud computing* e inteligência de análise e processado de grandes volumes de dados (YANG et. al., 2011, tradução nossa).

### 3.2.4 Camada *Middleware*

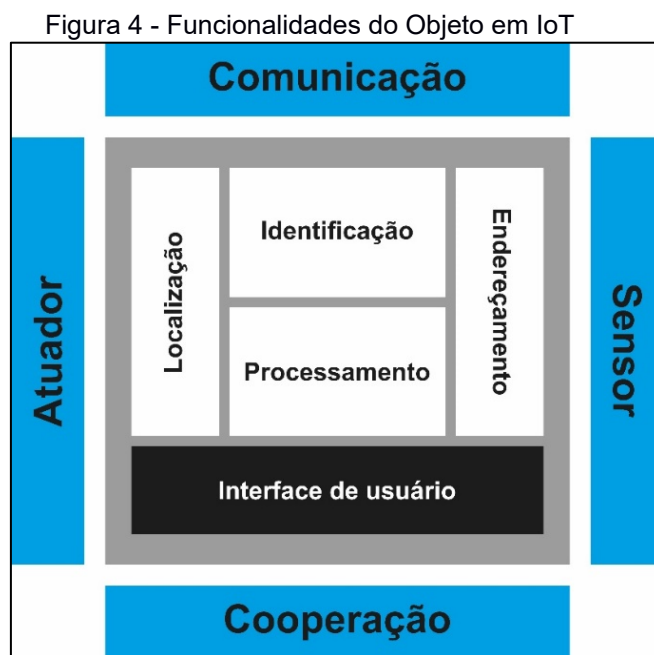
Esta camada possui funcionalidades críticas, como agregar e filtrar dados recebidos dos dispositivos de *hardware*, realizando a descoberta de informações e fornecendo o controle de acesso dos dispositivos para os aplicativos (ZARGHAMI, 2013, tradução nossa).

### 3.2.5 Camada de Aplicação

Nesta camada é onde ocorre o fornecimento de vários serviços para os aplicativos. Estes serviços são fornecidos pela camada *Middleware* para diferentes aplicações e usuários com sistemas baseados em IoT (ZARGHAMI, 2013, tradução nossa).

### 3.3 FUNCIONALIDADES DE UM OBJETO EM IOT

São nove as funcionalidades de um objeto pertencente a Internet das Coisas, as quais são distribuídas em três conjuntos: Características, Relações e Interface, conforme Figura 4 a seguir (FACCIONI FILHO, 2016).



Fonte: Adaptado de Faccioni Filho (2016).

Dentro dos três conjuntos especificados por Faccioni Filho existem atribuições específicas para cada um dos agrupamentos, sendo eles descritos abaixo.

#### 3.3.1 Características

Dentro do conjunto de características de um objeto em IoT, existem as seguintes atribuições (FACCIONI FILHO, 2016):

- a) processamento: refere-se à capacidade de processamento computacional ou inteligência, existente no objeto. Tornando-o capaz de agir e responder as requisições da IoT e suas aplicações;



- b) endereçamento: diz respeito à capacidade do objeto de ser encontrado em IoT. Basicamente a capacidade de ser localizado na rede por meio do roteamento;
- c) identificação: está relacionado à identidade de cada objeto, o que lhe torna único em toda a rede IoT;
- d) localização: entende-se como ao local físico em que o objeto se encontra, à sua posição geográfica no mapa.

### **3.3.2 Relações**

O conjunto de relações com outros objetos em IoT possui as seguintes funcionalidades (FACCIONI FILHO, 2016):

- a) comunicação: capacidade do objeto de receber e/ou enviar mensagens para outros objetos na IoT;
- b) cooperação: propensão do objeto de agir em comum com outros objetos da IoT, visando aplicações e atividades cooperadas, ações conjuntas e de colaboração;
- c) sensoriamento: condição do objeto de captar os dados do ambiente ou de outros objetos, dados os quais são obtidos pelos sensores presentes no próprio objeto e que permitem monitorar grandezas do ambiente;
- d) atuação: aptidão do objeto de agir sobre o ambiente, operando e modificando a condição de um determinado meio.

### **3.3.3 Interface**

O conjunto de interface refere-se a toda interação do objeto com o usuário, o que permite visualizar informações do objeto, assim como configurar e modificar sua condição (FACCIONI FILHO, 2016).

Faccioni Filho (2016, p.16) complementa dizendo que “nem todas estas funcionalidades precisam estar presentes simultaneamente no objeto, pois

as mesmas dependem do uso de cada objeto e da aplicação que ele estiver inserido”.

### 3.4 ELEMENTOS DA INTERNET DAS COISAS

Para possibilitar a existência da IoT, a ITU definiu as seguintes tecnologias como necessárias (ITU, 2005):

- a) etiquetas, como o RFID, para identificar as coisas;
- b) sensores, para detectar mudanças e coletar informações;
- c) inteligência, para as coisas “pensarem”;
- d) nanotecnologia, para miniaturizar as coisas.

Al-Fuqaha et. al. (2015) foram um pouco mais a fundo e definem os elementos necessários para IoT conforme esquema da Figura 5.

Figura 5 - Elementos da Internet das Coisas



Fonte: Adaptado de Al-Fuqaha et. al. (2015).

Segundo a definição de Al-Fuqaha et. al (2015), é necessário a existência de seis tópicos para que ocorra IoT, sendo eles: Identificação, Detecção, Computação, Comunicação, Serviços e Semânticas.

### 3.4.1 Identificação

Afim de conectar objetos comuns e outros dispositivos à rede, é indispensável a utilização de algum sistema de identificação, podendo ele ser o RFID, tecnologia simples e barata. Por meio da aplicação de etiquetas em determinadas embalagens, equipamentos, roupas, aparelhos e outras coisas, é possível identificar, de maneira única, cada um dos objetos, isso ocorre, pois, cada uma das etiquetas pode conter um tipo de minibanco de dados embutido (MINERVA et. al., 2015, tradução nossa).

Atualmente, o Código Eletrônico de Produto, do inglês *Electronic Product Code* (EPC) é o padrão dominante para os dados contidos em *tags* do tipo RFID. Para a comunicação, são utilizados os sensores, os quais não necessitam de uma linha de visão com a etiqueta para realizar a leitura dos dados. Normalmente eles são postos a alguns metros da mesma, normalmente um metro, dependendo do seu tipo, as etiquetas *Ultra High Frequency* (UHF), por exemplo, possuem uma distância maior para leitura (MINERVA et. al., 2015, tradução nossa).

Al-Fuqaha et. al. (2015), complementa o uso destes identificadores como sendo crítico, principalmente para diferenciar entre o ID do objeto e seu endereço na rede, como por exemplo, a identificação de um sensor de temperatura, onde o seu ID na rede refere-se ao seu nome como “T1” e o seu endereço na rede refere-se ao seu endereço dentro de uma rede de comunicações.

### 3.4.2 Detecção

Os sensores são os dispositivos de entrada dentro de um sistema de rede inteligente. São como os nossos olhos, coletando informações sobre o ambiente. São responsáveis por antecipar necessidades a partir de informações coletadas ao longo do contexto. A inteligência existente nestes sensores, multiplicada as numerosas redes, permite não só obter informações sobre o

ambiente externo, como também agir sem que exista intervenção humana (MINERVA et. al, 2015, tradução nossa).

Os dados são coletados por meio de sensores e enviados para um servidor em nuvem, onde os mesmos são analisados para se saber as ações que devem ser tomadas baseadas nos serviços requeridos (AL-FUQAHA et. al., 2015, tradução nossa).

### 3.4.3 Comunicação

As tecnologias de comunicação em IoT conectam objetos heterogêneos para fornecer serviços inteligentes específicos. Normalmente os nós devem operar usando baixa potência na presença de links de comunicação com perdas e ruídos. Exemplos dessa comunicação são o WiFi, *Bluetooth*, IEEE 802.15.4, Z-wave, LTE-Advanced, além de claro, RFID e NFC (AL-FUQAHA et. al., 2015, tradução nossa).

Um exemplo de comunicação é o uso do RFID, que foi a primeira tecnologia a utilizar o conceito *Machine-To-Machine* (M2M). A *tag* possui um chip ou rótulo simples anexo para fornecer identidade ao objeto. O leitor de RFID transmite um sinal de consulta para a *tag* e recebe um sinal refletido da mesma, que por sua vez é enviado ao banco de dados (AL-FUQAHA et. al., 2015, tradução nossa).

### 3.4.4 Computação

Representam o cérebro e a capacidade computacional da IoT. São as unidades de processamento, como os microcontroladores, microprocessadores, SOCs e FPGAs e aplicações de software. Foram desenvolvidas diversas plataformas de *hardware* para executar aplicações IoT, como Arduino, UDOO, FriendlyARM, Intel Galileo, Raspberry PI, Gadgeteer, BeagleBone, Cubieboard, Z1, WiSense, Mülle e T-Mote Sky (AL-FUQAHA et. al., 2015, tradução nossa).

Existem também plataformas de software para fornecer funcionalidades a IoT, como os sistemas operacionais em tempo real, do inglês

*Real Time Operating System* (RTOS). Tais sistemas, como o Contiki RTOS, permite que os desenvolvedores simulem aplicações de redes de sensores sem fio, por exemplo (AL-FUQAHA et. al., 2015, tradução nossa).

Por fim tem-se as plataformas em Nuvem, as quais fornecem recursos para objetos inteligentes, para que possam enviar dados em grande escala para a nuvem, para que possam ser processados em tempo real, e eventualmente, para o usuário final se beneficiar do conhecimento extraído de tais dados. Na Figura 6 temos alguns exemplos de elementos de cada camada (AL-FUQAHA et. al., 2015, tradução nossa).

Figura 6 - Elementos e exemplos de componentes IoT

Elementos IoT		Exemplos
Identificação	Nomeação	EPC, uCode
	Endereçamento	IPv4, IPv6
Detecção		Sensores inteligentes, sensores vestíveis, Sensores incorporados, atuadores e tags RFID
Comunicação		RFID, NFC, UWB, Bluetooth, BLE, IEEE 802.15.4, Z-Wave, Wifi, WifiDirect, LTE-A
Computação	Hardware	Coisas inteligentes, Arduino, Phidgets, Intel Galileo, Raspberry Pi, Gadgeteer, BeagleBone, Cubieboard, SmartPhones
	Software	S.O. (Contiki, TinyOS, LiteOS, Riot OS, Android) Cloud (Nimbits, Hadoop, etc)
Serviços		Relacionado à identidade (Remessa), Informação agregada (grade inteligente), conscientização colaborativa (lar inteligente), Onipresente (cidade inteligente)
Semânticas		RDF, OWL, EXI

Fonte: Al-Fuqaha et. al. (2015).

Por meio da aplicação dos elementos dos quatro primeiros tópicos, é possível partir para a parte das aplicações, as quais são responsáveis, por meio de serviços e semânticas, entregar resultados ao usuário final.

### 3.4.5 Serviços

De forma geral, os serviços de IoT são categorizados em quatro classes (AL-FUQAHA et. al., 2015, tradução nossa):

- a) serviços relacionados à identidade: são os mais básicos e importantes serviços, pois são usados em outros tipos de serviços. Cada aplicação que precisa trazer objetos do mundo real para o virtual, tem que identificar estes objetos;
- b) serviços de agregação de informações: são serviços que coletam e resumem as medições sensoriais que precisam ser processadas e relatadas para o aplicativo IoT;
- c) serviços de colaboração: estes serviços agem no topo da agregação de informações. Eles usam os dados obtidos para tomar decisões de acordo com a necessidade;
- d) serviços onipresentes: os serviços onipresentes, também conhecidos como ubíquos buscam fornecer serviços colaborativos sempre que forem necessários, para qualquer pessoa, em qualquer lugar.

O objetivo final de qualquer aplicação em IoT é atingir o nível de serviços onipresentes. No entanto, não é algo fácil de ser atingido, existem muitas dificuldades e desafios que precisam ser solucionados (AL-FUQAHA et. al., 2015, tradução nossa).

### 3.4.6 Semânticas

Semântica em IoT refere-se à capacidade de extrair de forma inteligente algum conhecimento utilizando máquinas, para que se possa fornecer os serviços necessários (AL-FUQAHA et. al., 2015, tradução nossa).

A extração de conhecimento envolve a descoberta e modelagem de informações. Além do reconhecimento e análise de dados para dar sentido a decisão correta que deve ser tomada. De tal modo, a semântica representa o

cérebro do sistema IoT. Enviando as informações e serviços a serem executados para o lugar certo (AL-FUQAHA et. al., 2015, tradução nossa).

## 4 INDÚSTRIA 4.0

A primeira Revolução Industrial ocorrida entre 1760 e 1840 na Inglaterra teve como marco a transição dos métodos de produção artesanal para processos de produção mecanizados. Tais mudanças revolucionaram a produtividade, a economia e a vida cotidiana das pessoas (SANTOS et. al., 2018).

Nas décadas seguintes até o fim da Segunda Guerra mundial, em 1945, as evoluções foram focadas nas áreas da indústria química, elétrica e de aço, assim como o aprimoramento das técnicas já existentes. Surgiram barcos com motores potentes movidos a vapor, revolucionando o transporte de mercadorias, assim como também começaram a surgir as linhas de produção, que permitam a produção em massa e baixo custo, este período ficou conhecido como segunda Revolução Industrial (COSTA, 2017).

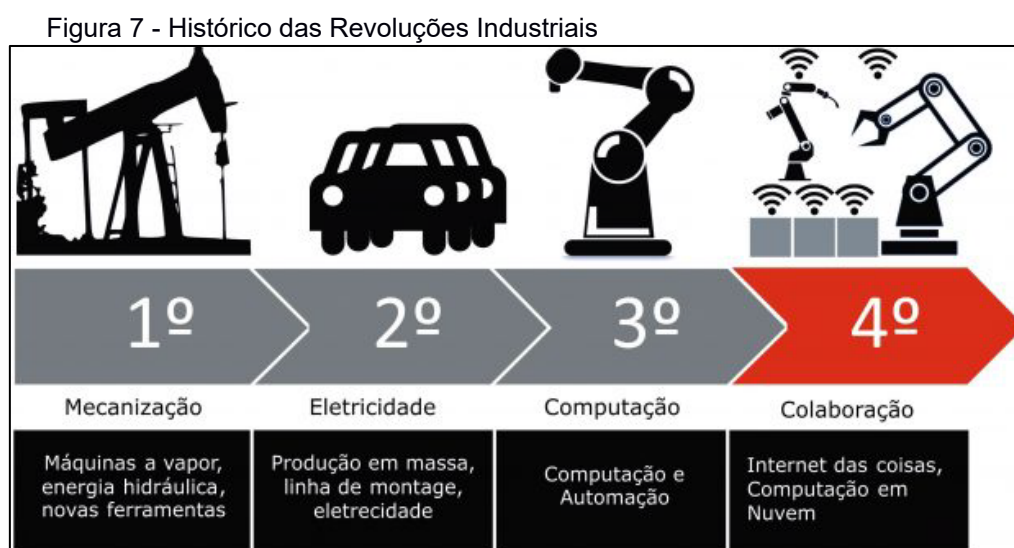
Entre os anos de 1950 e 1970 desenhou-se a terceira Revolução Industrial, focada na revolução digital, com a proliferação e uso dos semicondutores, computadores, sistemas de automatização e robotização em linhas de produção. Processamento de informações armazenadas de forma digital, telefones móveis e a internet (COSTA, 2017).

Nas últimas décadas, o desenvolvimento das tecnologias de informação e a sua integração nos processos de produção trouxeram benefícios a toda a cadeia de valor. A produtividade industrial foi alavancada, os custos reduzidos e as soluções oferecidas são cada vez mais eficazes para atender os clientes, com qualidade, rapidez e bom custo/benefício (CHENG et. al., 2015).

O termo Indústria 4.0 representa a quarta Revolução Industrial, a próxima etapa na organização e controle de todo o fluxo ao longo do ciclo de vida de um produto (BITKOM E.V., 2016). O termo tornou-se publicamente conhecido em 2011, quando a associação “Indústria 4.0”, que envolve representantes de empresas, políticos e acadêmicos promoveu a ideia de uma abordagem para fortalecer a competitividade da indústria alemã. O governo federal alemão apoiou a ideia anunciando que a Indústria 4.0 seria parte integrante da “*High-Tech Strategy 2020 for Germany*”, iniciativa que visava a



liderança em inovação tecnologia, foi também formado o “*Industrie 4.0 Working Group*”, o qual foi responsável por implementar e desenvolver as primeiras soluções. Na Figura 7 temos uma ilustração que caracteriza cada uma das revoluções, sendo a Indústria 4.0 considerada a 4ª revolução (KAGERMANN et. al., 2013).

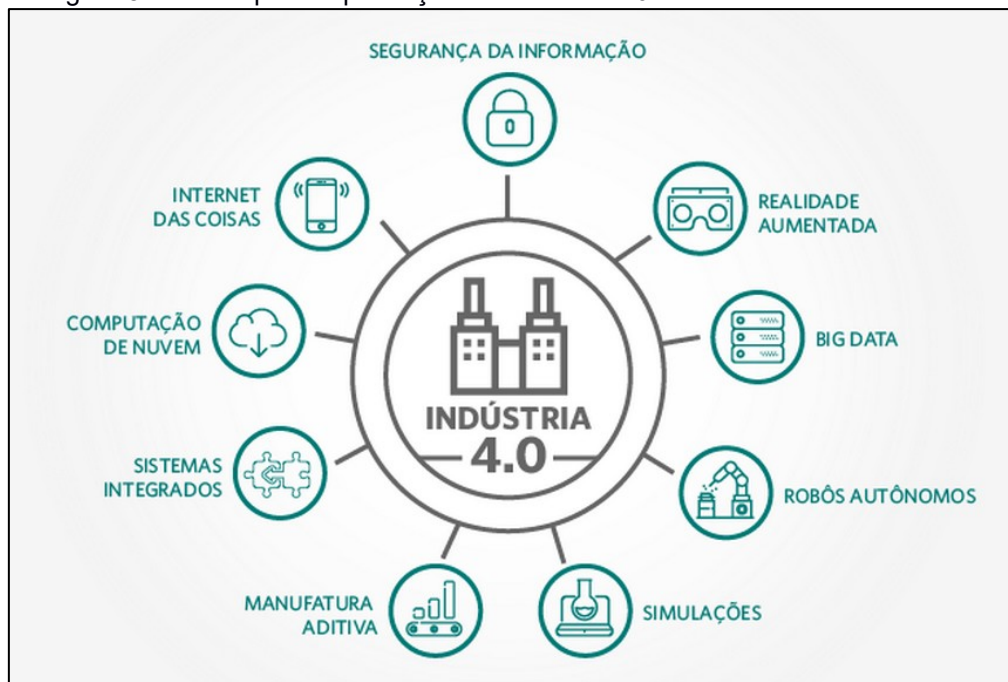


Fonte: Automata do Brasil (2017).

O fundamento básico da Indústria 4.0 diz que as indústrias que conectam máquinas e sistemas possuem a capacidade e autonomia para agendar manutenções, prever falhas em processos e se adaptar a mudanças inesperadas que ocorrem ao longo das etapas de produção. Para alcançar o propósito de indústria inteligente, com capacidade de adaptação, eficiência de recursos e integração entre todos os envolvidos, a Indústria 4.0 tem sua base tecnologia composta por sistemas cibernéticos, Internet das Coisas e *Big Data*. Por meio destas tecnologias, é possível tornar as etapas de produção autônomas e eficientes (FREITAS, 2017).

Baygin et. al. (2016) definiu a Indústria 4.0 como sendo a junção da tecnologia da informação com a indústria, definindo ainda como sendo as fábricas inteligentes do futuro. Segundo ele, existem nove diferentes campos de tecnologias que se relacionam em processos de produção industrial, este qual é identificado como a base da indústria 4.0, conforme descrito na Figura 8.

Figura 8 - Pilares para implantação da Indústria 4.0



Fonte: Moura (2018).

Levando em consideração os pilares para aplicação da Indústria 4.0, existem ainda alguns princípios que precisam ser implementados para que ocorra o correto funcionamento, para que assim esse processo possa ter resultados.

#### 4.1 PRINCÍPIOS DA INDÚSTRIA 4.0

Segundo Silveira e Lopes (2016), existem seis princípios para o desenvolvimento e implementação da Indústria 4.0, que definem os sistemas de produção inteligentes que estão para surgir nos próximos anos:

- a) capacidade de operação em tempo real: consiste na aquisição e tratamento de dados de forma instantânea, permitindo a tomada de decisões em tempo real;
- b) virtualização: além das simulações existentes atualmente, a Indústria 4.0 propõe a cópia virtual das fábricas inteligentes. Permitindo rastreabilidade e monitoramento remoto de todos os

processos utilizando de inúmeros sensores espalhados pela empresa;

- c) descentralização: tomada de decisões passa a ser efetuada pelo sistema, de acordo com as necessidades da produção em tempo real. Além disso, as máquinas não recebem comandos, mas podem fornecer informações sobre seu ciclo de trabalho;
- d) orientação a serviços: utilização de arquiteturas de software orientadas a serviços aliado ao conceito de *Internet of Services*;
- e) modularidade: produção de acordo com a demanda, o que oferece flexibilidade para alterar as tarefas das máquinas, devido ao acoplamento e desacoplamento de módulos na produção.

## 4.2 PILARES DA INDÚSTRIA 4.0

Com base nos princípios já citados, Silveira e Lopes (2016) afirma que Indústria 4.0 já é uma realidade devido aos avanços tecnológicos alcançados nos últimos anos, citando como pilares:

- a) internet das coisas: conexão de objetos físicos, ambientes, veículos e máquinas por meio de dispositivos eletrônicos embarcados, que permitem a coleta e troca de dados. Os sistemas possuem sensores e atuadores;
- b) *big data analytics*: estruturas de dados muito extensas e complexas que utilizam abordagens diferenciadas para captura, análise e gerenciamento de informações, aplicados a Indústria 4.0, pode-se lidar com informações relevantes;
- c) segurança: um dos principais desafios e focos para o sucesso da chamada quarta Revolução Industrial. Com toda a conectividade disponibilizada, é necessário sistemas de proteção para controlar e gerenciar arquivos e sistemas.

Além das tecnologias citadas, Silveira e Lopes (2016) comenta que existem outros dispositivos de fundamental importância, principalmente os sistemas de identificação por radiofrequência (RFID).

## 5 SISTEMAS DE IDENTIFICAÇÃO AUTOMÁTICA

Os sistemas de identificação automática estão englobados dentro do conceito *Automatic Identification and Data Capture* (AIDC), o qual envolve um conjunto de métodos para identificar e recolher informações dos objetos e fornecer estas informações a outros sistemas de tratamentos de dados (REI, 2010).

Este conceito engloba as tecnologias de Código de Barras, *Optical Character Recognition* (OCR), Biometria, Cartões Inteligentes e RFID (REI, 2010).

### 5.1 SISTEMA DE CÓDIGO DE BARRAS

O código de barras é um código binário que compreende um campo de barras e intervalos dispostos em uma configuração paralela. Eles são organizados de acordo com um padrão predeterminado e representam elementos de dados que contém um símbolo associado. A sequência, composta de barras largas e estreitas e lacunas, pode ser interpretada numericamente ou alfanumericamente. A leitura ocorre por meio do laser óptico, a reflexão diferente de um feixe de laser das barras pretas e lacunas brancas retorna o valor que a estrutura representa (FINKENZELLER, 2010, tradução nossa).

O código de barras pode ser classificado em duas categorias: códigos de barras unidimensionais (1D), onde as informações são armazenadas nas larguras e espaços entre as linhas paralelas impressas e bidimensionais (2D), onde os dados são armazenados em padrões de pontos ou círculos concêntricos, podendo armazenar uma quantidade maior de informações em um pequeno espaço (THORNE et. al., 2006, tradução nossa).

Apesar de serem idênticos no design físico, existem diferenças consideráveis entre os layouts de códigos, fazendo com que exista diferentes tipos de códigos de barras em uso. O mais popular deles é o padrão *European Article Number* (EAN), que foi projetado especialmente para atender as

exigências do setor de supermercados, pela década de 1976 (FINKENZELLER, 2010, tradução nossa).

O padrão EAN é composto por 13 dígitos, que representam: o identificador do país, o identificador da empresa, o número do item do fabricante e um dígito de verificação (FINKENZELLER, 2010, tradução nossa).

## 5.2 RECONHECIMENTO ÓPTICO DE CARACTERES

O Optical Character Recognition (OCR) permite, por meio do processo de digitalização de um texto impresso, obter um ficheiro que pode ser em um editor de texto, por exemplo (REI, 2010).

A vantagem mais importante dos sistemas OCR é a alta densidade de informações e a possibilidade de ler dados visualmente em uma emergência (FINKENZELLER, 2010, tradução nossa).

A combinação de sistemas de visão e software de reconhecimento de caracteres fornece uma tecnologia de identificação poderosa. Tem capacidade, por exemplo, de reconhecer padrões de qualidades, reconhecendo formas e dimensões inesperadas (THORNE et. al., 2006, tradução nossa).

Atualmente esta tecnologia é utilizada em campos de produção, serviço e administração, além de bancos para o registro de cheques. No entanto eles não conseguiram se tornar universalmente aplicáveis, devido ao preço e leitores complicados que os mesmos exigem em comparação a outros procedimentos de identificação (FINKENZELLER, 2010, tradução nossa).

## 5.3 PROCEDIMENTOS BIOMÉTRICOS

O processo biométrico consiste na comparação de papilas e cristas dérmicas das pontas dos dedos, que podem ser obtidas do próprio dedo ou de qualquer objeto que o indivíduo tocar (FINKENZELLER, 2010, tradução nossa).

Os procedimentos de impressão digital podem ser usados para identificação pessoal, onde o dado de entrada é o dedo do indivíduo sobre um leitor especial. O sistema calcula um registro de dados do padrão lido e compara

com os padrões armazenados, normalmente esse processo ocorre em pouco mais de meio segundo (FINKENZELLER, 2010, tradução nossa).

De forma geral, a biometria é utilizada para identificar o indivíduo e conceder ou retirar permissões. As características biométricas que normalmente são utilizadas são a impressão digital, a voz e a íris (REI, 2010).

#### 5.4 CARTÕES INTELIGENTES

O cartão inteligente é um sistema de armazenamento eletrônico de dados com capacidade computacional. Um microprocessador é incorporado em um cartão plástico, geralmente como os cartões de crédito. Quando colocado no leitor, ele realiza a conexão com a superfície do cartão, realizando a transferência de dados entre o leitor e o cartão, que ocorre por uma interface serial bidirecional (FINKENZELLER, 2010, tradução nossa).

Existem dois tipos básicos de cartões inteligentes, diferenciados pela sua funcionalidade: os cartões de memória e os cartões de microprocessador.

Os cartões de memória geralmente possuem uma memória EEPROM, acessada utilizando uma lógica sequencial. Nele é possível incorporar algoritmos simples de segurança. Normalmente este tipo de cartão é utilizado para aplicações específicas, pois são muito rentáveis (FINKENZELLER, 2010, tradução nossa).

Já os cartões de microprocessador possuem, como o próprio nome diz, um microprocessador conectado à uma memória segmentada (ROM, RAM e EEPROM). Esse tipo de cartão é muito utilizado em sistemas sensíveis a segurança (FINKENZELLER, 2010, tradução nossa).

Dentre as suas principais vantagens se encontram a proteção contra acessos não autorizados aos dados armazenados, sendo que alguns modelos possuem até o processo de algoritmos criptográficos, trazendo maior confiabilidade na manipulação dos mesmos. Além disso, o seu tamanho é atraente, visto que qualquer usuário pode carregar consigo a todo momento, sem preocupações de roubo de dados (BARBOSA, 2017).

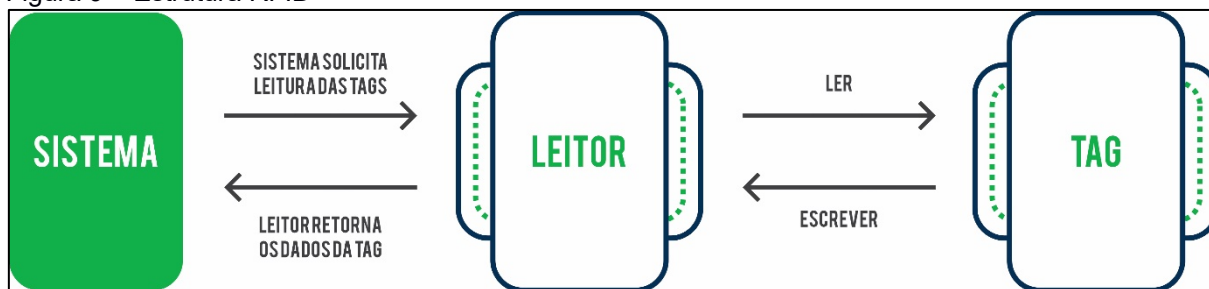
## 5.5 SISTEMAS RFID

Os sistemas RFID são diretamente relacionados com os sistemas de cartões inteligentes citados anteriormente. Como no sistema dos cartões, no RFID os dados são armazenados em um dispositivo de transporte de dados eletrônico, conhecido como transponder ou *tags*. A fonte de alimentação do dispositivo responsável pelo transporte e da troca de dados entre o dispositivo e o leitor são obtidas por meio dos campos eletromagnéticos (FINKENZELLER, 2010, tradução nossa).

Um dos grandes benefícios do RFID é a sua adequação e integração nas redes de sistemas. É possível com isso o armazenamento de grande quantidade de informações na rede e não na *tag* RFID, minimizando o custo das mesmas. Esse meio de utilização fornece um mecanismo para sincronizar os dados baseados nas informações das bases de dados da rede (THORNE et. al., 2006, tradução nossa).

Esse modelo de aplicação do RFID ocorre da seguinte forma, com os seguintes elementos, conforme Figura 9 (THORNE et. al., 2006, tradução nossa).

Figura 9 – Estrutura RFID



Fonte: Adaptado de Innotrack (2007).

Devido as diversas vantagens dos sistemas RFID em comparação a outros sistemas de identificação, eles estão conquistando cada vez mais o mercado de massa, como por exemplo o uso de etiquetas RFID para o transporte público de curta distância (FINKENZELLER, 2010, tradução nossa).

## 5.6 COMPARAÇÃO ENTRE OS DIFERENTES SISTEMAS DE IDENTIFICAÇÃO

Levando em consideração os itens descritos acima, Finkenzeller (2010), realizou um comparativo entre os sistemas de identificação, destacando os pontos fortes e fracos do RFID em relação aos demais sistemas atualmente utilizados. A Tabela 1 exibe um comparativo entre os diferentes sistemas de identificação.

Tabela 1 - Comparação entre sistemas de identificação

Parâmetros do Sistema	Código de Barras	OCR	Reconhecimento de Voz	Biometria	Cartões Inteligentes	RFID
Quantidade típica de Dados	1-100	1-100	-	-	16-64k	16-64k
Densidade de Dados	Baixo	Baixo	Alto	Alto	Muito alto	Muito alto
Legibilidade da máquina	Bom	Bom	Caro	Caro	Bom	Bom
Legibilidade por pessoas	Limitado	Simples	Simples	Difícil	Impossível	Impossível
Influência da sujeira / umidade	Muito alto	Muito alto	-	-	Possível (contatos)	Sem influência
Influência da cobertura (opcional)	Falha total	Falha total	-	Possível	-	Sem influência
Influência da direção e posição	Baixo	Baixo	-	-	Unidirecional	Sem influência
Degradação / Desgaste	Limitado	Limitado	-	-	Contatos	Sem influência
Custo de Compra / Leitura	Muito baixo	Médio	Muito alto	Muito alto	Baixo	Médio
Custo de Operação	Baixo	Baixo	Nenhum	Nenhum	Médio (contatos)	Nenhum
Cópia / Modificação não autorizada	Frágil	Frágil	Possível (Som gravado)	Impossível	Impossível	Impossível
Velocidade de Leitura (Incluindo o manuseio do portador de dados)	Baixo ~4s	Baixo ~3s	Muito baixo >5s	Muito baixo >5-10s	Baixo ~4s	Muito rápido ~0.5s
Distância máxima entre o leitor e suporte de dados	0-50cm	<1cm Scanner	0-50cm	Contato direto	Contato direto	0-5m, microondas

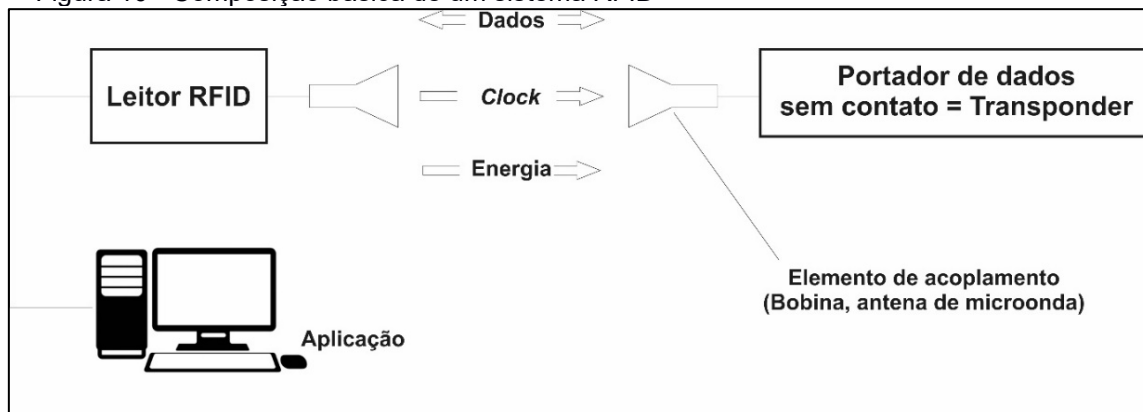
Fonte: Adaptado de Finkenzeller (2010).



## 6 COMPOSIÇÃO DE UM SISTEMA RFID

Um sistema RFID é composto basicamente por três componentes: um *transponder*, também chamado de *tag*, um leitor ou interrogador e um controlador. A Figura 10 mostra a composição básica do sistema.

Figura 10 - Composição básica de um sistema RFID



Fonte: Adaptado de Finkenzeller (2010).

O *tag* é formado por uma antena e um microchip, o qual armazena dados. O leitor é o dispositivo utilizado para se comunicar com o *tag* RFID, sua função é converter as ondas de rádio em informação digital, que é armazenada no controlador ou computador. O controlador, que geralmente é identificado como *middleware* inclui um servidor e um banco de dados, tendo por função armazenar, filtrar, processar e gerenciar os dados do sistema RFID (HUNT; PUGLIA; PUGLIA, 2007, tradução nossa).

### 6.1 TAG

O *tag* ou *transponder* tem como principal função armazenar os dados e transmiti-los para o leitor. Ele é composto por uma antena que é capaz de receber e enviar sinais e um *chip* RFID que é responsável por guardar os dados de identificação do *tag* e outras informações do sistema (SENNA; SOARES, 2017).

Segundo Thornton (2006, tradução nossa), a composição geral de um *tag* RFID consiste em:

- a) circuito de codificação / decodificação;
- b) memória;
- c) antena;
- d) fonte de alimentação;
- e) controle de comunicações.

Os sistemas RFID podem ser classificados de acordo com o fornecimento de energia que cedem aos *tags*, sendo classificados em passivos ou ativos (SENNA; SOARES, 2017).

### 6.1.1 Tags Passivos

As etiquetas RFID passivas não possuem uma bateria ou outra fonte de energia, assim, para que funcionem, elas precisam receber um sinal do leitor. A *tag* possui um circuito ressonante capaz de absorver a energia enviada pela antena do leitor. O processo de obtenção de energia do dispositivo de leitura é feito por meio de uma propriedade eletromagnética conhecida como *Near Field*. Como o próprio nome diz, do português “próximo do campo”, neste modelo o dispositivo precisa estar relativamente próximo do leitor para que possa trabalhar, pois o campo é quem fornece a energia necessária para que o *tag* possa enviar a resposta (THORNTON, 2006, tradução nossa).

Este modelo de *tag* é o tipo mais simples, pois ela carrega apenas o número de série que varia de 96 a 128 *bits* em seu tamanho (FLOYD, 2014, tradução nossa). Normalmente este tipo de *tag* é utilizado em sistemas de controle de acesso, rastreamento de objetos ou produtos, gerência da cadeia de suprimentos, entre outros. A principal vantagem é seu baixo custo. Eles ainda podem ser divididos em duas categorias: *inlays*, que são os modelos de baixo custo e são classificados de acordo com o material, funcionalidade e qual tipo de material que serão anexados, sendo encontradas em forma de papel adesivo ou material laminado, vendidos em grandes quantidades, em formato de rolos e *hard tags*, que são modelos mais robustos e resistentes, possuem formato, tamanho e material específico para determinada função e aplicação, são

resistentes a impacto e altas temperaturas, sendo especialmente indicadas para indústrias e ambientes externos (SMILEY, 2016, tradução nossa).

### 6.1.2 Tags Ativos

Os *tags* ativos tem o seu próprio fornecimento de energia, em forma de bateria ou célula solar. Neste caso, a fonte de alimentação é utilizada para fornecer a tensão necessária ao *chip* e o campo magnético ou eletromagnético recebido do leitor não é mais necessário para a alimentação, ou seja, o campo pode ser muito mais fraco do que o necessário para os *tags* passivos, por exemplo (FINKENZELLER, 2010, tradução nossa).

Os *tags* RFID ativo são indicados para ambientes que apresentam um cenário com temperaturas extremas e alta taxa de umidade, pois eles são mais robustos. Normalmente o *tag* é encapsulado por algum tipo de proteção, a qual depende do tipo de aplicação que será destinado o *tag*. Por essa condição, eles são maiores que o modelo passivo, possuem bateria, circuitos e revestimentos grandes, e alguns modelos possuem em seu interior sensores para coleta de dados relacionados a ambiente, como temperatura e níveis de umidade (SMILEY, 2016, tradução nossa).

### 6.1.3 Tag Semi-Passivo

O modelo semi-passivo é uma formação híbrida entre um *tag* ativo e passivo. Eles utilizam um sinal eletromagnético proveniente do leitor como fonte de energia, porém eles possuem uma bateria interna, que não contribui para a transmissão de dados ao leitor, elas funcionam apenas como fonte de energia para os circuitos eletrônicos internos ao *tag*, como por exemplo, um sensor de temperatura (FLOYD, 2014, tradução nossa).

#### 6.1.4 *Chipless* RFID

Dentro da composição de um *tag* RFID, o item que tem mais influência no custo final da *tag*, principalmente em modelos que operam em altas frequências como UHF e micro-ondas, é o circuito integrado, consequentemente tornando o valor de instalação de um sistema RFID maior do que em relação a um sistema com código de barras. Buscando então reduzir os custos destes sistemas, passaram a ser desenvolvidos *tags* sem *chip* e de forma impressa, surgindo então o que eles chamam de *Chipless* RFID (PRERADOVIĆ; KARMAKAR, 2011, tradução nossa).

O princípio básico de funcionamento do sistema RFID sem *chip* é a retransmissão do sinal de interrogação composto pela identificação espectral única codificada. A *tag* recebe o sinal do interrogador emitido pelo leitor RFID, então o multiressonador realiza uma modulação em fase e amplitude do sinal, o leitor então identifica estas transições na amplitude e fase pelo nível lógico baixo e as ausências dessas mudanças são representadas pelo nível lógico alto. O sinal de resposta é codificado pelo *tag* e enviado ao leitor RFID, que decodifica os dados possibilitando assim a identificação do *tag* (PRERADOVIĆ; KARMAKAR, 2011, tradução nossa)

#### 6.2 LEITORES RFID

Também chamados de interrogadores em um sistema RFID, os leitores são dispositivos responsáveis por realizar a comunicação entre o *tag* RFID e o computador principal ou sistema de dados (*middleware*). A comunicação ocorre por ondas de rádio, que são transmitidas ao *tag*, o qual detecta o sinal do leitor e envia uma resposta contendo dados ou informações (SENNA; SOARES, 2017).

Os leitores RFID podem ser divididos em dois blocos distintos: sistemas de controle e interface de alta frequência. Os sistemas de controle executam funções relacionadas ao gerenciamento e controle de comunicação com os *tags* do sistema, alguns modelos possuem algoritmos de anticolisão,

aplicações de desempenho e encriptação e desencriptação de dados. Já a interface de alta frequência executa os processos de geração de sinal de transmissão com energia suficiente para o funcionamento da *tag* (no caso dos modelos passivos), realiza a modulação do sinal transmitido ao *tag* e realiza a demodulação e recepção dos sinais de alta frequência recebidos do *tag* (JIA et. al., 2012, tradução nossa)

Leitores RFID também podem ser encontrados em formatos variados, as quais se dividem em três grupos: *integrated RFID readers* (Leitores RFID integrados), *fixed RFID readers* (Leitores RFID fixos) e *handheld RFID reader* (Leitores RFID portáteis) (SENNA; SOARES, 2017).

Um leitor RFID integrado possui em seu interior uma antena. Este modelo geralmente apresenta uma parte reservada em casos que for necessário realizar a instalação de uma antena extra. Por essa função é considerado uma solução de baixo custo em modelos que exigem pelo menos duas antenas (ATLAS RFID SOLUTIONS, 2017, tradução nossa).

Os leitores fixos são modelos instalados em locais estratégicos, onde existe uma boa condição de leitura dos *tags* para que possa ocorrer a comunicação do sistema RFID. Este modelo é indicado para ambientes que exigem uma ampla cobertura de sinal. Normalmente é utilizado em pedágios para gerenciamento de cancelas. A conexão entre as antenas e o leitor é realizada por meio de cabos de rede, existem modelos que utilizam conexão *Wi-Fi* (ATLAS RFID SOLUTIONS, 2017, tradução nossa).

Os modelos portáteis possuem internamente um leitor e uma antena. Este modelo é indicado para sistemas RFID que estão hospedados em locais remotos que tornam inviável a instalação de um interrogador, também é ideal para aplicação em prateleiras de supermercado, por exemplo, para localização de itens específicos (HUNT; PUGLIA; PUGLIA, 2007, tradução nossa).

### 6.3 ANTENA RFID

Em um sistema RFID, a antena é de grande importância, sendo ela interna ou externa ao leitor, ela é essencial para transmissão e recepção do sinal

destinado ao *tag*. Elas são responsáveis pela geração de ondas eletromagnéticas que conduzem a corrente elétrica necessária para energizar o circuito interno dos *tags* passivos, por exemplo (HUNT; PUGLIA; PUGLIA, 2007, tradução nossa).

As antenas possuem diferentes formatos e tamanhos, estas características costumam ser definidas pela frequência de operação que o sistema necessita. Para *Low* e *High Frequency* (LF e HF), na tradução livre baixa e alta frequência, as antenas são indutivas (antena *loop*) e para micro-ondas e *Ultra High Frequency* (UHF), na tradução, Frequência Ultra-Alta, são usadas antenas capacitivas (antena dipolo) (HUNT; PUGLIA; PUGLIA, 2007, tradução nossa). O ganho da antena é diretamente associado ao seu alcance, ou seja, quanto maior o ganho da antena, maior é seu campo eletromagnético e maior seu alcance (SENNA; SOARES, 2017).

A polarização da antena refere-se à posição em que se encontram os *tags* do sistema. Se os *tags* estiverem na mesma altura que a antena, indica-se o uso de antenas de polarização linear, visto que a energia é emitida em um único plano, gerando maior alcance. Caso não exista padrão de distribuição, recomenda-se o uso de antenas de polarização circular, nesse caso a energia é emitida nos eixos vertical e horizontal, facilitando a identificação dos *tags* (ATLAS RFID SOLUTIONS, 2017, tradução nossa).

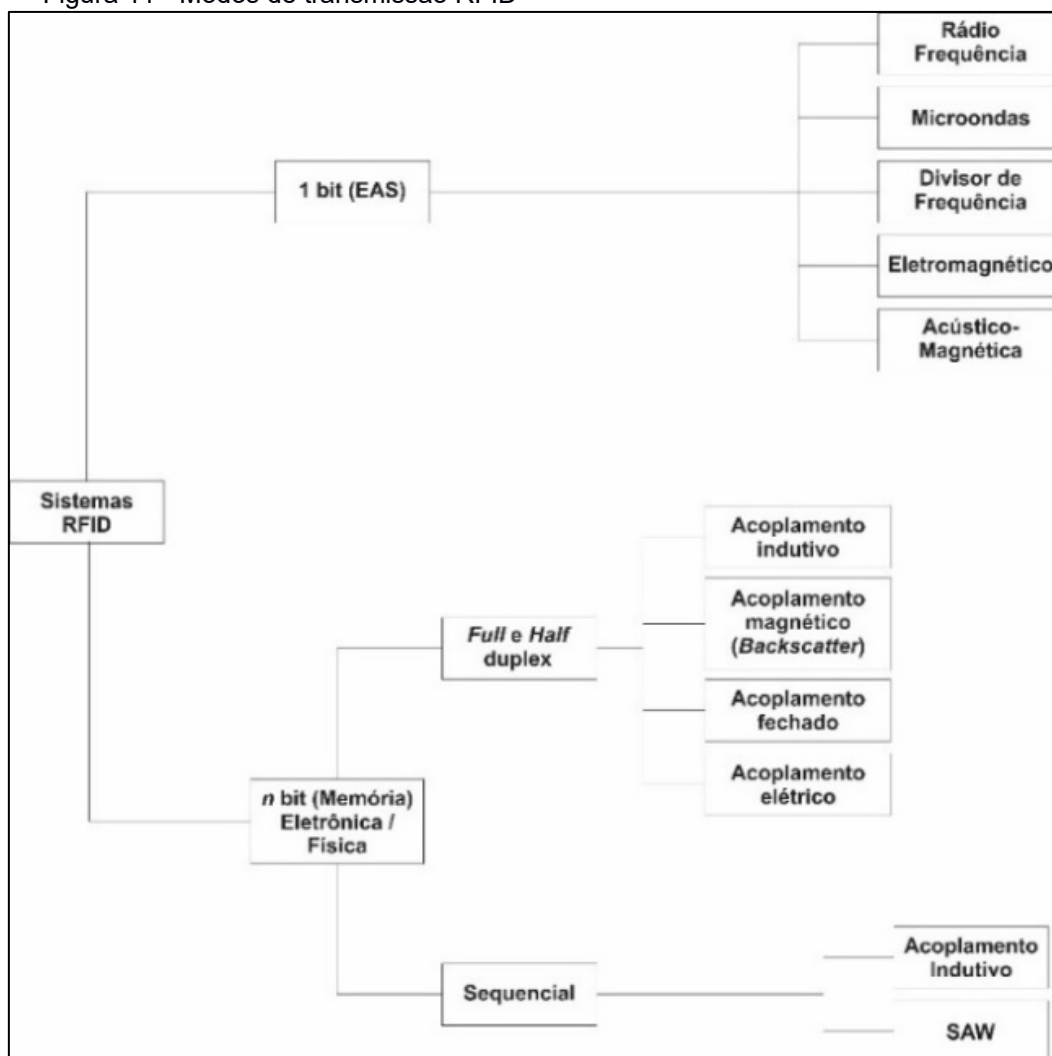
#### 6.4 CONTROLADOR RFID

O controlador em um sistema RFID consiste no computador principal responsável por administrar todo o fluxo de dados enviado pelos leitores da rede RFID. Normalmente este computador é composto por um software específico e um banco de dados, que em conjunto exercem as funções de processamento, gerencia e filtragem de dados (HUNT; PUGLIA; PUGLIA, 2007, tradução nossa).

## 6.5 PRINCÍPIOS DE FUNCIONAMENTO DE SISTEMAS RFID

Sistemas RFID apresentam diversos princípios de comunicação entre o *tag* e o leitor. Estes modos especificam transferência de energia e de dados, e podem ser classificados em dois blocos: *1-bit Transponder* e o *N-bit Transponder*. A Figura 11 mostra um esquema relacionando os princípios de comunicação. (FINKENZELLER, 2010, tradução nossa).

Figura 11 - Modos de transmissão RFID



Fonte: Adaptado de Finkenzeller (2010).

O modelo mais simples, com sistema baseado em *1-bit Transponder* é onde existe apenas duas condições: o *tag* está no campo de identificação ou não está no campo de identificação. Embora tenha sua funcionalidade limitada a este recurso, este modelo é muito utilizado em sistemas de monitoramento ou

sinalização. Por exemplo, se alguém tentar deixar a loja com mercadorias que não foram pagas, o leitor instalado na saída irá identificar que existe um *tag* no campo, e com isso inicia a ação necessária para avisar o dono do estabelecimento ou bloquear a saída. Quando pago corretamente, este tipo de *tag* é desativado ou removido do material (FINKENZELLER, 2010, tradução nossa).

Já em sistemas mais complexos, existem modelos de *tags* que apresentam capacidade de memória e armazenamento de dados maior, permitindo assim que ocorra a transferência de dados entre o leitor e o *tag* e vice-versa. Dentro deste procedimento de transferência de dados, existem três modelos: *full-duplex*, *half-duplex* e sistemas sequenciais, esses quais são classificados como *N-bit Transponder* (FINKENZELLER, 2010, tradução nossa).

O modelo *Half-Duplex* permite que tanto os *tags* quanto os leitores transmitam e recebam dados, com a limitação que isso não ocorra simultaneamente. Já no modelo *Full-Duplex*, tanto os *tags* quanto os leitores são capazes de transmitir e receber dados de forma simultânea. Em ambos estes modelos, o fornecimento de energia ao *tag* ocorre de forma contínua e não depende do fluxo de dados, diferente do modelo sequencial, onde o fornecimento de energia e transferência de dados ocorre alternadamente (FINKENZELLER, 2010, tradução nossa).

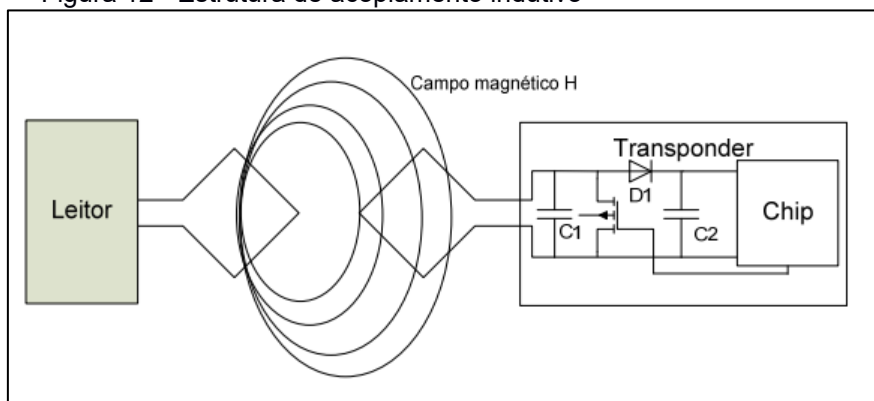
Todos estes procedimentos apresentam diferentes tipos de processos de comunicação sem fio, o qual também é chamado de acoplamento. Dentre os mais utilizados tem-se o Acoplamento Indutivo, Acoplamento Eletromagnético e *Surface Acoustic Wave Transponder* (SAW).

### 6.5.1 Acoplamento indutivo

O acoplamento indutivo é normalmente utilizado para a comunicação de *tags* passivos, ou seja, quando a energia necessária para o funcionamento do microchip do *tag* é fornecida pelo leitor. A Figura 12 mostra a estrutura deste acoplamento (SENNA; SOARES, 2017).



Figura 12 - Estrutura de acoplamento indutivo



Fonte: Rodrigues (2006).

Neste modelo, as antenas utilizadas costumam ser do tipo “*loop*”. O diodo e o condensador tratam de retificar e filtrar o sinal que chega do leitor para obter alimentação para o chip. Outro condensador é escolhido para que em conjunto com a antena crie um circuito ressonante para a frequência enviada pelo leitor, com isso é maximizada a amplitude da tensão que irá alimentar os *tags*. A variação de carga introduzida pelo *tag* será observada pelo leitor, desta forma, a partir destas variações de tensão é que são interpretados os bits enviados pela própria etiqueta (RODRIGUES, 2006).

### 6.5.2 Acoplamento Eletromagnético

O acoplamento magnético também é conhecido como *Electromagnetic Backscatter Coupling*, este modelo é indicado para sistemas RFID que operam em altas frequências, nas faixas de UHF e microondas. Neste modelo a comunicação pode ocorrer em longas distâncias. Devido aos pequenos comprimentos de onda desta faixa de frequência, é possível construir antenas com dimensões menores e mais eficientes, além de *tags* menores (FINKENZELLER, 2010, tradução nossa).

Neste modelo, para aplicações que exigem distâncias maiores que quinze metros ou operam em circuitos de alto consumo de energia, é necessário a utilização de transponders ativos, os quais possuem alimentação própria para suprir o consumo de todo o sistema que constitui o transponder e assim conseguir realizar a comunicação (OLIVEIRA; PEREIRA, 2006).

### 6.5.3 Ondas acústicas de superfície

A principal característica da Onda Acústica de Superfície, do inglês *Surface Acoustic Wave* (SAW) é que, ao invés de usar a física de semicondutores, o modo de operação é baseado em ondas acústicas de superfície, ou seja, utilizando o efeito piezoelétrico e dispersão de ondas acústicas em baixa velocidade (HÄRMÄ; PLESSKY, 2009).

A partir da deformação em certa direção do cristal iônico são geradas as tensões elétricas, o que eles chamam de piezo mais leve. As ondas acústicas operam na frequência de micro-ondas, na faixa de 2,45GHz (FINKENZELLER, 2010, tradução nossa).

## 6.6 FREQUÊNCIAS DE OPERAÇÃO

A frequência de operação é responsável por determinar o alcance de leitura e o tipo de *tag* e leitor indicados para determinado sistema RFID (SENNA; SOARES, 2017). Existem três classificações de frequência, além de uma frequência alocada para estudos e áreas industriais:

- a) *Low Frequency* (LF): de 125KHz a 134 KHz. O alcance desta faixa é baixo, no máximo 10 centímetros. Costuma ser usado em aplicações de ambientes que possam ter contato com água e metais, como por exemplo o rastreo de animais e controles de acesso;
- b) *High Frequency* (HF): operam até a frequência de 13,56MHz. O alcance dessa faixa pode chegar até um metro dependendo das condições do ambiente. Este modelo costuma ser usado para transmissão de dados, controle de acesso e segurança de passaportes, em casos de aplicações que não demandam um alcance tão longo;
- c) *Ultra-High Frequency* (UHF): atuam na faixa de 865MHz a 960MHz. Estas faixas podem atingir de cinco a seis metros. Dependendo do modelo de *tag* existem modelos que atingem até trinta metros ou mais. Normalmente é utilizada para rastreo de ativos de TI, como

*switches* e roteadores, controle de inventário e identificação de veículos;

- d) Microondas: existem frequências microondas para aplicações RFID, que são 2,45GHz e 5,8GHz. É identificada como *Industrial-Scientific-Medical* (ISM). Ela é voltada para estudos e pesquisas de áreas industriais, médicas e científicas.

## 6.7 PADRONIZAÇÃO DE MERCADO

A padronização da tecnologia RFID surgiu com a finalidade de uniformizar as características técnicas dos sistemas RFID, visando a integração dos sistemas e possibilitando o compartilhamento de informações entre empresas e organizações (SENNA; SOARES, 2017).

A *International Organization for Standardization* (ISO) foi a pioneira na introdução de normas técnicas para os sistemas RFID. A padronização é variada, desde como é a organização e armazenamento dos dados até padrões para cada tipo de aplicações RFID. Os padrões ISO 14223, 11784 e 11785, por exemplo, são destinados a rastreamento de animais, nesta ISO são definidas a interface de radiofrequência (RF) e estrutura de dados, assim como o método de transmissão entre o leitor e o *tag* (FINKENZELLER, 2010, tradução nossa).

Buscando uma maior padronização, foi criado o *Electronic Product Code* Network, também chamado de rede EPCglobal. Um dos componentes desta rede é o EPC, que é uma sequência de *bits* que possibilita a identificação individual do objeto com um *tag* RFID (FINKENZELLER, 2010, tradução nossa).

## 7 TRABALHOS CORRELATOS

Para o desenvolvimento deste trabalho, foram pesquisados outros trabalhos semelhantes, dentro do âmbito nacional e internacional, tendo como base outros projetos já realizados, adquirindo assim um maior embasamento do que já foi realizado.

### 7.1 ADAPTIVE INVENTORY MANAGEMENT USING RFID DATA

Artigo escrito no ano de 2005 por Can Saygin para a revista acadêmica *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* tem como objetivo gerenciar o estoque de materiais perecíveis de uma empresa de manufatura, a qual possui 18 estações de trabalho, onde cada estação possui uma área de armazenamento para estes materiais, com quantidade e tipos diferentes, de acordo com a área de operação daquele setor. Existem 23 itens perecíveis diferentes e o nível de estoque em cada estação de trabalho é definido manualmente junto ao operador, onde se estabelece a quantidade de itens que será necessário para trabalho dentro de uma semana (SAYGIN, 2006).

O objetivo deste trabalho é organizar os itens com aplicação da tecnologia RFID afim de garantir que os materiais necessários estejam sempre disponíveis aos operadores, fazendo com que não falte material durante a produção, o que por sua vez pode gerar perda de lucros, assim como evitar que não exista excesso de material para o operador, garantindo que não ocorra o vencimento dos itens utilizados naquele estoque, que por serem itens perecíveis, o seu armazenamento é crítico com relação ao tempo de vida que o produto irá ter (SAYGIN, 2006).

Por meio de várias visitas à empresa, assim como entrevistas com os operadores, gerentes e funcionários do almoxarifado, foi definido três cenários de estoques diferentes para análise. Utilizando de base o modelo chamado “SC Manual BL”, que seria o ambiente atualmente existente de fabricação, imitando diretamente o estoque atual que existia, onde a operação é fortemente manual. Nesse modelo, o estoque era controlado pela análise de produção semanal de

cada setor, onde se tem uma linha base de estoque, e semanalmente o mesmo é recomposto de acordo com a produção da semana anterior. Utilizando este modelo como base, foram criados outros três cenários para comparação (SAYGIN, 2006).

Modelo SC RFID BL, nesse cenário todos os itens do estoque seriam marcados com tags RFID, na teoria, tem-se a visibilidade de 100% dos itens em todos os estoques da empresa, seria utilizado ainda uma linha de base, como no modelo original, onde sempre que necessário, baseado nas informações obtidas pelas tags, ocorresse a recomposição dos estoques. Este modelo teria como foco apenas monitoramento, e não ajuste dinâmico de estoque. O segundo modelo seria o SC RFID BL/2, que seria semelhante aos anteriores, a diferença é que os níveis de linha base de estoque são cortados pela metade, afim de identificar o comportamento de se trabalhar com estoques reduzidos. O último modelo seria um cenário de estoque adaptativo, baseado em previsões. Este modelo fornece controle e visibilidade de 100% do estoque, utilizando como parâmetro de níveis de estoque o tempo exigido de produção e demanda de produção (SAYGIN, 2006).

Os resultados obtidos pelas experimentações é que o modelo com estoque adaptativo pode ser aplicado de forma mais eficaz do que o modelo atualmente utilizado, reduzindo os custos de fabricação, os níveis de estoque e evitando o desperdício excessivo da matéria prima (SAYGIN, 2006).

## 7.2 DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA BASEADA EM RFID PARA CONTROLE DE ESTOQUE E CONTROLE DE MOVIMENTAÇÕES DE EQUIPAMENTOS HOSPITALARES

Trabalho desenvolvido por Bruno Perché Pinto e apresentado no ano de 2013 ao Curso de Especialização em Logística Estratégica e Sistemas de Transporte da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito à obtenção do título de Especialista em Logística Estratégica e Sistemas de Transporte, tem como objetivo desenvolver uma ferramenta baseada em RFID para controlar o estoque e a movimentação de equipamentos

hospitalares, integrado a logística hospitalar, afim de proporcionar a gestão dos ativos do mesmo (PINTO, 2013).

A metodologia desenvolvida consiste no estudo de caso realizado em um hospital de grande porte da região metropolitana de Belo Horizonte, em Minas Gerais, o qual conta com aproximadamente 2.000 equipamentos considerados essenciais. A coleta de dados foi realizada por revisão bibliográfica de literatura nacional e internacional, envolvendo dissertações, artigos, livros e anais de congressos. Além disso foram realizadas entrevistas semiestruturadas com o gestor e pesquisa documental em arquivos. Por meio da pesquisa de campo, foram levantadas informações de como ocorre o funcionamento do hospital (PINTO, 2013).

A solução proposta consiste no desenvolvimento da aplicação Controle de Estoque e Controle de Movimentações de Equipamentos Hospitalares (CECMEH). A solução desenvolvida permite a monitoração e rastreamento de ativos hospitalares por RFID, como acompanhamentos de entrada e saída do estoque, assim como deslocamento do equipamento dentro do ambiente hospitalar (PINTO, 2013).

O desenvolvimento ocorreu utilizando as ferramentas Rifidi, para simulação do ambiente hospitalar, o qual é um software que cria leitores virtuais de tags RFID semelhantes aos comercializados no mercado. Por meio dele é possível emular os leitores e tags, assim como as operações das tags (PINTO, 2013).

O módulo do Fosstrak foi utilizado como o middleware RFID, o qual é responsável por filtrar os dados capturas da ferramenta Rifidi e repassar os dados úteis ao terminal (PINTO, 2013).

Por fim o módulo CECMEH é onde ocorre todas as lógicas de negócios. Nesse local ocorre o gerenciamento das informações extraídas para a tomada de decisões, servindo como cérebro de toda operação deste sistema RFID (PINTO, 2013).

Com o desenvolvimento do sistema os objetivos foram alcançados. Com a utilização do sistema RFID foi possível controlar pelas definições das plantas de edificação da organização médica, o acompanhamento do movimento

de entrada/saída dos estoques de materiais, bem como o deslocamento do mesmo dentro do ambiente hospitalar, embora o projeto não considere qualquer limitação quanto a interferências que possam ocorrer entre o RFID e os equipamentos hospitalares (PINTO, 2013).

### 7.3 PROTÓTIPO DE UM SISTEMA PARA CONTROLE DE ESTOQUE COM RFID PARA SUPERMERCADOS

Trabalho de Conclusão de Curso desenvolvido por Rodrigo Varela do Amaral no ano de 2015, submetido à Universidade do Planalto Catarinense para obtenção do título de Sistemas de Informação – Bacharelado, tem por objetivo desenvolver um sistema para supermercados utilizando a tecnologia RFID aplicada ao controle de prazo de validade dos produtos por meio do lote de fabricação (AMARAL, 2015).

A metodologia aplicada para o desenvolvimento foi a pesquisa bibliográfica, baseada em livros, artigos e monografias escritas sobre o assunto. Foi ainda realizado uma pesquisa do tipo descritiva com abordagem qualitativa (AMARAL, 2015).

A solução proposta foi o desenvolvimento de um protótipo de sistema utilizando a Metodologia Ágil Scrum. O protótipo consiste em um sistema para controle de estoque onde é possível cadastrar usuário, fornecedor e produto. No momento do recebimento dos produtos no estoque, deve ser possível vincular os fornecedores e produtos cadastrados, além de realizar o cadastro do código UPC de cada produto, onde será possível vincular o prazo de validade. Para a leitura das *tags* RFID foi utilizado o leitor RFID UHF READ ME RU-824, que possui conexão USB e opera nas faixas de 860-960MHz (AMARAL, 2015).

Como conclusão do projeto, foi comprovado a viabilidade de aplicar a tecnologia RFID dentro do estoque. Devido a integração com esta tecnologia, foi possível ter um controle preciso das mercadorias que se tem no estoque, não sendo necessário nenhum tipo de deslocamento ou conferência visual, pois os valores retornados pelo sistema mostravam de fato a realidade encontrada. Além disso foi possível automatizar a entrada e saída de produtos, pois após a

identificação dos itens ao chegar no estoque, a contagem é realizada automaticamente ao passar pelos leitores RFID (AMARAL, 2015).

#### 7.4 ADOÇÃO DE TI NA GESTÃO DE ESTOQUES: USO DE RFID

Artigo desenvolvido no ano de 2016 pelos graduandos da Universidade Federal Fluminense, Priscilla Cristina Cabral Ribeiro, Nathália Soares Bento da Silva e Karine Fernandes Freitas para o XXIII Simpósio de Engenharia de Produção tem como objetivo analisar a adoção de RFID na gestão de estoques e prevenção de perdas, visto que tanto em âmbito nacional quanto internacional, a falta de controle de estoque leva a problemas e restrições, que pela adoção de RFID pode levantar fatores importantes que influenciem nos resultados da gestão adequada de estoques (RIBEIRO; SILVA, 2016).

A metodologia utilizada no artigo foram as pesquisas bibliográficas e documentais, com uma abordagem qualitativa. No conteúdo relacionado a pesquisa bibliográfica, esta foi realizada pelo levantamento de informações teóricas já analisadas e publicadas em meios escritos ou eletrônicos, assim como consulta na base de dados Scopus e realização de bibliometria entre os anos de 2011 e 2015.

Foram realizados a análise de identificação dos periódicos com maior número de artigos públicos sobre o tema e dos periódicos com maior JCR, ou seja, maior acumulado de citações (RIBEIRO; SILVA, 2016).

Como resultado do artigo, verificou-se que a implantação de TI é um fator primordial para um bom gerenciamento das empresas. O uso de RFID apresentou-se como sendo uma solução para inúmeras companhias e está em constante crescimento. Dentre as vantagens citadas está a redução da mão de obra, agilidade na comunicação interna e externa, maior precisão dos dados, redução do estoque e maior satisfação dos clientes (RIBEIRO; SILVA, 2016).



## **8 UTILIZAÇÃO DO CONCEITO DE INTERNET DAS COISAS ASSOCIADA A TECNOLOGIA DE IDENTIFICAÇÃO POR RADIOFREQUÊNCIA (RFID) NA GESTÃO DE ESTOQUE DE FACAS DE CORTE DE UMA INDÚSTRIA GRÁFICA**

O trabalho consiste na aplicação do conceito de Internet das Coisas por meio de um protótipo de sistema utilizando RFID que possibilite a gestão das facas de corte em estoque de uma indústria gráfica. Para isso, foi necessário aplicar as etiquetas RFID em cada uma das facas de corte, assim como realizar a serialização das mesmas, ou seja, dar uma identificação específica (normalmente uma sequência numérica) a cada uma destas etiquetas, tornando-as únicas dentro do ambiente de estocagem. Com essa etapa desenvolvida foi possível realizar as leituras das etiquetas utilizando um leitor RFID, o qual, via *bluetooth* realizou o encaminhamento das informações ao aplicativo móvel, responsável por realizar todas as tarefas a partir da leitura de uma etiqueta.

Os dados das facas de corte, assim como demais informações da aplicação foram consumidas via banco de dados da plataforma Firebase, desenvolvida pela Google.

O objetivo da aplicação é centralizar todas as informações de cada uma das facas de corte do estoque da empresa, facilitando posteriormente a verificação de informações de cada item, assim como sua localização pela leitura RFID.

### **8.1 METODOLOGIA**

Com a aprovação da proposta no primeiro semestre de 2018, foi iniciado o desenvolvimento do projeto de pesquisa, constituído do levantamento bibliográfico e elaboração do referencial teórico, utilizando-se dos recursos disponibilizados pela UNESC e/ou adquiridos pelo acadêmico.

Por meio do levantamento bibliográfico, foi aprimorado o tema proposto enfatizando seus principais aspectos, entre eles é possível citar o funcionamento da tecnologia RFID, assim como os modelos e métodos de

aplicação existentes no mercado. A partir disso, deu-se início ao desenvolvimento do protótipo de sistema de gerenciamento de facas de corte, utilizando o RFID, o qual tem por objetivo realizar todo o gerenciamento das facas, desde o cadastro, até alocação e localização do item no estoque.

O desenvolvimento do projeto foi dividido em três etapas principais, a primeira etapa foi relacionada a seleção dos itens a serem utilizados, tanto em definição de software, quanto de *hardware*, seleção de leitor, quanto de etiquetas RFID. Nessa etapa foi necessário levar em consideração também os itens que se teriam disponíveis para execução do projeto. A segunda etapa esteve relacionada ao desenvolvimento da aplicação *mobile*, deixando toda a aplicação integrada com o Firebase. A terceira e última parte esteve relacionada a integração do leitor RFID com o aplicativo, a qual ocorreu por meio do uso do *bluetooth*, sendo necessário a leitura da documentação fornecida pelo fabricante para possibilitar a programação do algoritmo utilizado no projeto, assim como o estudo de serialização das etiquetas RFID, possibilitando a aplicação de um formato de identificação padrão. Para o funcionamento do sistema RFID, foram utilizados os seguintes componentes:

- a) leitor RFID portátil, modelo BT-900, da Acura;
- b) *tag* RFID passiva, com chip Monza 5, da Impinj.

#### **8.1.1 Definição de recursos**

O primeiro passo para o desenvolvimento do projeto foi a seleção dos recursos a serem utilizados. Para a programação em dispositivos móveis, foi definido o uso da linguagem Javascript, a aplicação foi desenvolvida no *framework* Ionic. Para consumo dos dados, foi utilizado a plataforma disponibilizada pela Google, o Firebase. Para integração da tecnologia RFID, foi selecionado o leitor BT-900, fabricado pela Acura e as etiquetas passivas com chip Monza 5, da Impinj.

### 8.1.1.1 Leitor RFID

O leitor RFID selecionado para o projeto foi o modelo BT-900 fabricado pela Dotel. É um modelo portátil que realiza a conexão com hosts por meio do *Bluetooth* ou cabo USB. O modelo suporta os protocolos ISO 18000-6C, EPC Class1 Gen2 e é pré-configurado para trabalhar nas principais faixas de frequência utilizadas: 855-868MHz, 902-928MHz, 950-956MHz e 917-923,5MHz. A Tabela 2 mostra algumas informações técnicas referentes ao leitor utilizado.

Tabela 2 - Especificações técnicas do Leitor BT-900

<b>Protocolos suportados</b>	ISO 18000-6C, EPC Class1 Gen2
<b>Frequência</b>	860 MHz ~ 960 MHz (FHSS)
<b>Potência RF de saída</b>	1 W
<b>Canais</b>	6
<b>Espaçamento entre canais</b>	200 kHz
<b>Modulação</b>	PR-ASK
<b>Interfaces</b>	Bluetooth 2.0 EDR / Compatível com USB 1.1
<b>Bateria</b>	2350 mAh Li-Polymer bateria recarregável
<b>Temperatura de operação</b>	-20°C~50°C
<b>Temperatura de armazenamento</b>	de -40°C~70°C
<b>Dimensões</b>	148 x 51 x 30 mm
<b>Peso</b>	170 g
<b>Carregador</b>	20pin TTA

Fonte: Adaptado de Acura (2013).

O modelo foi selecionado pois, comparado aos demais scanners de longo alcance, este modelo pode realizar diversas leituras em pontos com diferentes obstáculos diretos. É um modelo móvel com conexão *bluetooth*, o que facilita a conexão com *smartphones*. Foi levado em consideração a disponibilidade do mesmo, por questões de custos, não foi possível realizar a

aquisição de um leitor, porém, devido ao acesso do *hardware* por um dos professores da universidade, foi possível utilizá-lo no projeto.

#### 8.1.1.2 Tag Passiva RFID

A tag passiva selecionada é um modelo *inlay*, sendo um modelo de baixo custo, em papel adesivo. É fabricada pela Impinj, uma das grandes fabricantes de dispositivos e softwares para sistemas de identificação por radiofrequência. A etiqueta possui o chip Monza 5, que é otimizado para serializar itens como vestuário, eletrônicos, cosméticos, documentos e joias, oferecendo confiabilidade e eficácia por um baixo custo, seguindo os padrões Gen2 e ISO-18000-6C.

A etiqueta possui antena dipolo que oferece uma boa rejeição de interferências, garantindo confiabilidade na leitura. Contém ainda 128 bits de memória EPC com 32 bits de memória do usuário.

Tais etiquetas já vem pré-serIALIZADAS pelo fornecedor, porém não existe nenhuma garantia de que o código serializado seja único dentre todas as etiquetas daquele lote, no sistema será necessário realizar um processo de serialização, garantindo que cada etiqueta lida e identificada seja única entre todas (LENEHAN, 2019, tradução nossa).

Foi possível ter acesso ao modelo também pelo professor da universidade, o qual cedeu a quantidade necessária de etiquetas para aplicar ao projeto.

### 8.2 VISÃO DO PROJETO

Para o desenvolvimento do projeto foi necessário realizar um estudo do atual ambiente de trabalho de uma indústria gráfica, para isso foi desenvolvido um fluxograma de processo da empresa.

O fluxograma de processos é uma forma de representar os processos de uma empresa utilizando símbolos gráficos, o objetivo deste fluxograma é descrever passo-a-passo a natureza e o fluxo de processo (SILVEIRA, 2018).

O objetivo da utilização deste meio é mostrar de forma descomplicada o fluxo das informações e elementos, dando ênfase a sequência operacional que caracteriza o trabalho que está sendo executado. Por isso, costuma ser utilizado quando desejamos estudar um processo afim de implementar melhorias (SILVEIRA, 2018).

Conforme o apêndice A, foi desenvolvido um fluxograma de processo do tipo funcional, o qual exhibe em linhas horizontais as fronteiras entre as responsabilidades de cada setor da empresa, separando por setor ou pessoa a responsabilidade, esse modo se torna mais interessante pelo fato de ser possível visualizar os setores que irão utilizar das facas de corte da empresa. Desse modo é possível ter uma visão mais ampla do que será necessário desenvolver no protótipo do sistema.

Com o estudo e realização do fluxograma de processo, foi possível descobrir os possíveis problemas e então definir a organização de um ambiente compatível com a utilização do RFID. Além de estar relacionado com a acessibilidade de cada setor as facas de corte, o mesmo deve ser adaptado para que facilite a leitura das *tags* utilizando o leitor sem que exista a perda ou interferência do sinal, principalmente pelo metal, visto que este material é aplicado nas facas de corte, conforme descrito em sua composição, apresenta partes em madeira e metal.

### **8.2.1 Organização do Estoque**

Para permitir a leitura das etiquetas RFID pelo leitor de forma eficiente, foi necessário desenvolver um layout de estoque para que o mesmo fique organizado e permita que o sinal de radiofrequência sofra a menor interferência possível do ambiente, garantindo que as informações sejam entregues corretamente e não afete o desempenho do sistema. Com o estudo realizado, ficou definido, conforme Figura 13, o seguinte layout para estocagem de facas de corte.

Figura 13 - Layout de estocagem de Facas de Corte



Fonte: O Autor.

O estoque foi organizado em prateleiras, construídas em madeira para reduzir o máximo de interferência no sinal de radiofrequência. As prateleiras foram divididas por setores, e dentro de cada setor foi colocado uma categoria de faca de corte. Para a aplicação do projeto, o ambiente de estoque foi criado considerando uma amostra dos itens do estoque, as dimensões não são compatíveis com o ambiente real, porém é suficiente para realizar a simulação.

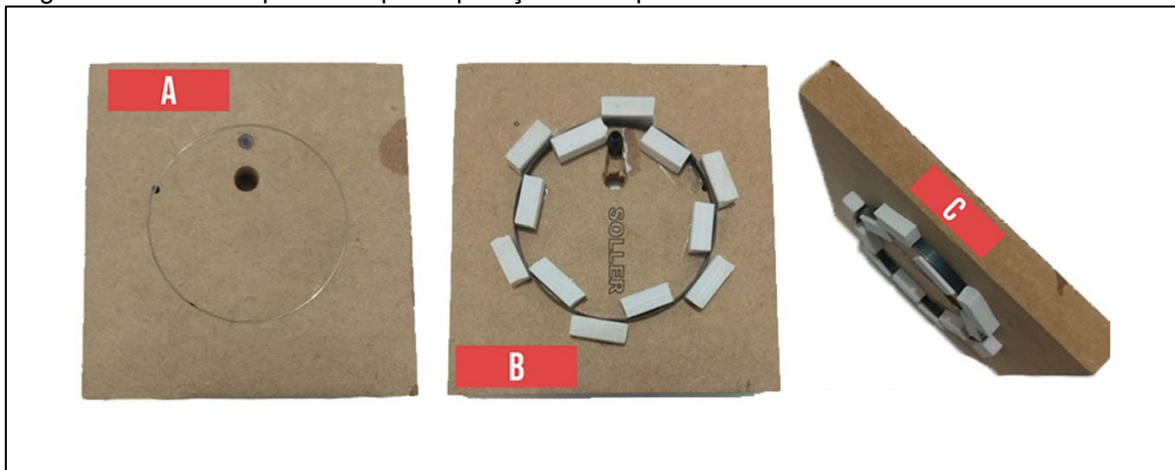
### 8.2.2 Acoplamento entre Tag RFID e Faca de Corte

Assim como o ambiente que a faca de corte está estocada necessita de uma organização específica para que ocorra a mínima interferência no sinal de radiofrequência, a forma de fixação da etiqueta na faca de corte também foi necessário ser avaliada, visto que foi definido a utilização do modelo de acoplamento indutivo, ou seja, quando a etiqueta RFID depende do leitor para ser energizada.

Para garantir que a leitura ocorra de forma adequada, foi necessário realizar um estudo específico para definir a posição que será aplicada a etiqueta RFID na faca de corte, garantindo que a interferência da madeira e das laminas

de metal existentes na faca sejam as menores possíveis sobre a *tag* RFID. Foram definidos três modelos de aplicação, a Figura 14 apresenta tais modelos.

Figura 14 - Modelos possíveis para aplicação da etiqueta



Fonte: O Autor

O modelo A foi descartado na primeira avaliação, visto que em muitas facas de corte é aplicada uma chapa de metal na parte traseira da faca, para aumentar a aderência da mesma com a máquina de corte e vinco, resultando em um melhor contato com o papel a ser cortado, devido a aplicação desta chapa metálica, a transmissão do sinal seria totalmente prejudicado.

O modelo B embora tenha se mostrado um bom local para aplicação, durante os testes não se mostrou eficaz, ao ser estocada, a faca de corte fica em contato ou bem próxima de outras facas, as quais muitas vezes possuem a chapa metálica da parte traseira já colocada, com isso, embora não exista contato direto, a transmissão do sinal de radiofrequência foi prejudicada, reduzindo o alcance de leitura, assim como ocorrendo a distorção do sinal.

Por fim o modelo C foi o selecionado, a aplicação da etiqueta na lateral da faca se tornou a forma mais eficiente e correta. Nessa posição a etiqueta possui uma distância maior dos metais e madeiras das demais facas, quando estocada, a etiqueta fica também visível ao leitor, facilitando a chegada do sinal. O local se mostrou adequado e a distância de leitura considerada boa.

### 8.3 DESENVOLVIMENTO PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS

Existem várias formas para realizar o desenvolvimento de uma aplicação móvel, podendo ela ser *Mobile Web Application* (MWA), Nativa ou Híbrida.

Os MWA não são considerados aplicativos nativos, são na verdade sites que tentam se parecer com uma aplicação nativa. Eles são executados no navegador, o usuário, para utiliza-lo, acessa determinada URL e tem a opção de instalar na tela principal do seu dispositivo móvel, na verdade o que ocorre é a criação de um atalho que redireciona para a tela onde se hospeda o serviço que será utilizado (TAVARES, 2016).

Esse tipo de aplicação é mais leve e consome menos memória do dispositivo, pois os serviços a serem utilizados não estão instalados no aparelho, mas sim hospedado em um link que será acessado a partir do ícone criado. Um exemplo de aplicação MWA é o Facebook *Lite*, o aplicativo nativo do Facebook consome muita memória de armazenamento, como também processamento do dispositivo. Por isso, o Facebook *Lite* utiliza a memória cache do navegador que ele é acessado e o processamento é executado em seu host, diminuindo assim o consumo no dispositivo, embora mais leve, apresenta funcionalidades limitadas se comparado ao aplicativo nativo (TAVARES, 2016).

Já as aplicações Nativas, de acordo com Madureira (2017), são programadas na linguagem de cada sistema operacional, como Java no Android e *Objective-C* no iOS, cada plataforma apresentando suas próprias ferramentas e elementos de interface. Mediante essas características, o aplicativo nativo é desenvolvido para utilização em uma plataforma específica, como iOS ou Android, sendo capaz de explorar todas as potencialidades da plataforma para a qual foi criado, conseguindo ter acesso a diversos recursos dos aparelhos, como GPS, câmera, calendário, lista de contatos, entre outros.

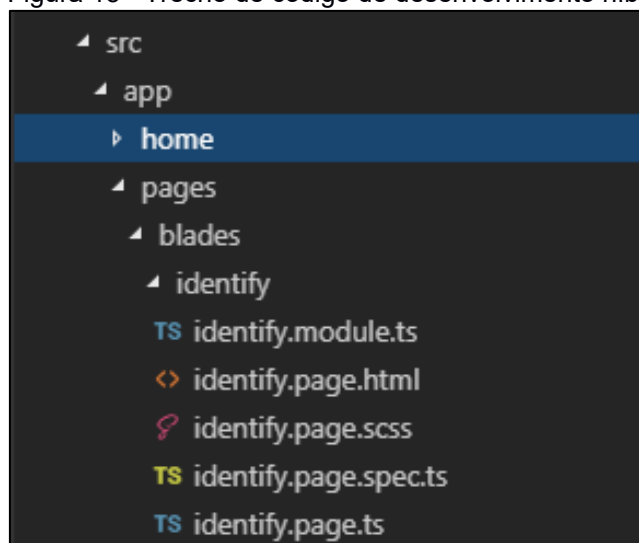
Esta forma de desenvolvimento é exclusiva para desenvolver para uma determinada plataforma, porém o desempenho da aplicação é mais rápido por ser embarcada no dispositivo, usando as funções do próprio *hardware* sem necessitar de importações ou *plugins* (TAVARES, 2016).



Por fim, as aplicações híbridas são um meio termo entre as aplicações nativas e MWA. Como os nativos, essas aplicações são baixadas a partir da loja de aplicativos, ficam armazenados no dispositivo e podem aproveitar das funcionalidades nativas do aparelho por meio do uso de bibliotecas e *plugins*. Como MWA, as aplicações são baseadas em HTML5 e exibidas em um navegador embutido no aplicativo, tendo parte ou conteúdo total carregado da *web* (TAVARES, 2016).

Basicamente o desenvolvimento híbrido é uma modalidade que utiliza as tecnologias *Web*, como HTML5, Javascript e CSS, em conjunto com algum *framework* que tenha acesso as funções nativas do aparelho, com a finalidade de possibilitar a criação de aplicações de forma mais fácil, pois utiliza tecnologias populares da comunidade de desenvolvimento (PONTOCODE, 2017). A Figura 15 mostra a estrutura de um projeto de um aplicativo híbrido.

Figura 15 - Trecho de código de desenvolvimento híbrido



Fonte: O Autor.

Os aplicativos híbridos têm muitos benefícios, especificamente em termos de suporte à plataforma, velocidade de desenvolvimento e acesso ao código de terceiros (IONIC FRAMEWORK, 2016).

Com o estudo realizado, ficou definido o desenvolvimento da aplicação híbrida, utilizando o *Framework* Ionic.

### 8.3.1 Ferramentas de desenvolvimento

Para a aplicação responsável por realizar o gerenciamento das facas, como citado, foi definido o desenvolvimento de uma aplicação híbrida, para isso foi utilizado o *Framework* Ionic, na versão 4, sendo utilizado para criar a parte visual e lógica da aplicação. A compilação da aplicação se deu pelo Cordova, o qual já é integrado ao Ionic. Como banco de dados foi utilizado a plataforma Firebase, ferramenta disponibilizada pela Google, que dentre as diversas funcionalidades oferece o *Cloud Firestore* para banco de dados. Como servidor local para poder compilar o Angular e outras funcionalidades do *framework* Ionic foi utilizado o NodeJS, este na versão 10.16.0. Para o desenvolvimento também foi utilizado o Android SDK *Manager*, sendo ele responsável por disponibilizar as versões do Android para download, as quais possuem ferramentas para o desenvolvimento, como bibliotecas e emuladores para realizar a criação da aplicação com intuito de rodar em dispositivos Android.

O Ionic é um *framework open source* para desenvolvimento de aplicativos multiplataforma, para isso emprega tecnologias de construção *frontend* de soluções *web*: HTML, para a interface com o usuário, CSS para estilização e Javascript como linguagem de programação para criação das regras de negócio. O Ionic tem como base outro *framework*, o Apache Cordova, porém ele traz recursos que simplificam ainda mais o desenvolvimento, principalmente com relação ao conjunto de componentes visuais que podemos utilizar para produzir o *frontend* da aplicação, assim como o Ionic traz uma outra linguagem e *framework* como solução de mais alto nível em termos de código, sendo o *TypeScript* e o Angular. Com esse conjunto, tem-se a inovação do Cordova, Orientação a Objetos em Javascript, assim como o Angular que implementa em um só *framework* para construir aplicações móveis híbridas (DEV MEDIA, 2017). No desenvolvimento do projeto foi utilizado o *Typescript*, o qual possibilitou adicionar tipagem estática ao Javascript, o qual por padrão é uma linguagem que possui tipagem dinâmica. Ressalta-se que o *Typescript* é utilizado apenas no ambiente de desenvolvimento, no *build* de produção, quando

a aplicação de fato entra em ação, o navegador ou o Node irá realizar a leitura apenas do código Javascript.

Como o Ionic, o Apache Cordova também é um *framework* desenvolvido para criar aplicativos híbridos para dispositivos móveis. O Ionic mescla o funcionamento do Cordova e do Angular para facilitar o desenvolvimento da aplicação, onde é possível utilizar todos os recursos do Angular para desenvolver o aplicativo e o Apache Cordova é responsável por gerar o aplicativo e dar acesso as funcionalidades nativas do dispositivo, como câmera, *bluetooth*, etc (SILVA; PACHECO, 2018).

Para o desenvolvimento do projeto, também foi utilizado o Node.js, uma plataforma construída sobre o motor Javascript do Google Chrome para facilitar a construção de aplicações de rede rápidas e escaláveis, sendo ideal para aplicações em tempo real com troca intensa de dados. Uma aplicação Node.js é executada em um único processo, sem criar um novo *thread* para cada solicitação. Uma grande vantagem do uso do Node.js é que ele permite escrever o mesmo código do navegador também no lado do servidor, sem a necessidade de aprender uma linguagem diferente, além disso ele possui um número de bibliotecas muito grande, hospedadas no NPM (NODEJS, 2019).

Como banco de dados foi utilizado o *Cloud Firestore*, um dos produtos da plataforma Firebase. É um banco de dados NoSQL flexível e escalonável para o desenvolvimento de dispositivos móveis, *Web* e servidores a partir do Firebase e do Google *Cloud Platform*. Este banco de dados mantém os dados sincronizados nos aplicativos clientes por meio de *listeners* em tempo real. Além de oferecer suporte *offline* para dispositivos móveis e *Web* para que se possa desenvolver aplicativos responsivos que funcionem independentes da latência da rede ou conectividade com a internet (FIREBASE, 2017). A Figura 16 mostra o código de conexão com o banco de dados da aplicação desenvolvida.

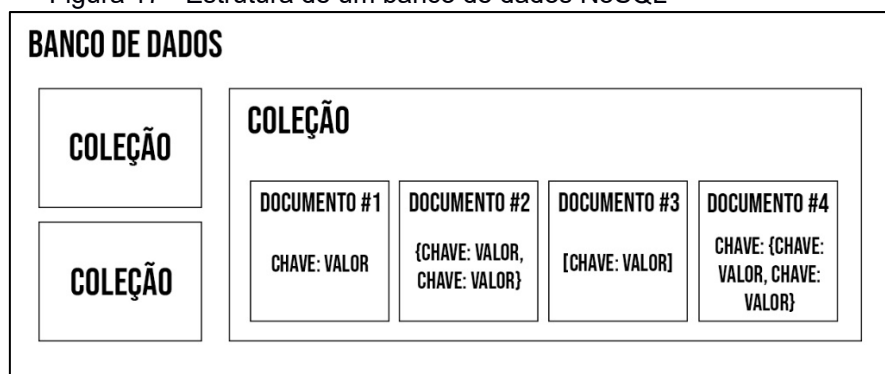
Figura 16 - Conexão com o banco de dados da aplicação

```
export const environment = {
  production: false,
  firebase: {
    apiKey: 'AIzaSyCH61xDwQVILhMhrjZEct1YipChLQPzA10',
    authDomain: 'blade-ruler.firebaseio.com',
    databaseURL: 'https://blade-ruler.firebaseio.com',
    projectId: 'blade-ruler',
    storageBucket: 'blade-ruler.appspot.com',
    messagingSenderId: '791717536950'
  }
};
```

Fonte: O Autor.

O acesso ao banco de dados ocorre por meio dos *Software Development Kit* (SDKs) nativos. Conforme figura 17, os dados são armazenados como JavaScript *Object Notation* (JSON) em documentos com mapeamentos de campos para valores, os documentos possuem compatibilidade com diversos tipos de dados, de *strings* e números simples a objeto complexos e aninhados. Tais documentos são armazenados em coleções, que são contêineres de documentos usados para organizar e criar consultas (FIREBASE, 2017).

Figura 17 - Estrutura de um banco de dados NoSQL



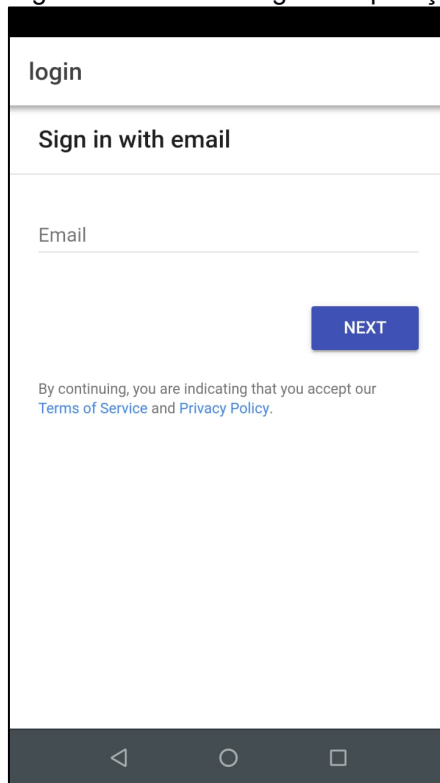
Fonte: Adaptado de Rethana (2018).

### 8.3.2 Estrutura da aplicação

Para o desenvolvimento da aplicação, foi imaginado uma estrutura que facilitasse o uso por qualquer usuário. O sistema possui um controle com *login*, porém ele é exigido apenas quando se deseja retirar o item de estoque,

pela função alocar e desalocar faca de corte, o *login* é validado pelo FirebaseUI, uma biblioteca criada a partir do SDK do Firebase *Authentication*. A autenticação ocorre pelo cadastro do *email* e uma senha do usuário. A Figura 18 mostra a tela de login para realizar a validação do acesso.

Figura 18 - Tela de Login da Aplicação



Fonte: O Autor.

O funcionamento da aplicação ocorre por requisições feitas pelo sistema e o leitor RFID retorna as informações armazenadas na etiqueta conforme o solicitado. A comunicação entre leitor e aplicação ocorre por meio do *bluetooth*.

O leitor utilizado para o desenvolvimento, modelo BT-900, fabricado pela Acura possibilita a conexão via *bluetooth*, permitindo que ocorra a troca de informações entre sistema e leitor. Para a aplicação desenvolvida, foi utilizado o *plugin Bluetooth Serial*, do Ionic. Este *plugin* não inicia a conexão com *Bluetooth* automaticamente, esta função deve ser iniciada pelo celular, além disso também não executa conexão Android x Android e iOS x iOS, mas para o

desenvolvimento, por se tratar da conexão com um leitor RFID, este meio foi eficiente.

O *plugin* oferece diversos métodos que podem ser utilizados na aplicação, como *bluetoothSerial.read*, que é responsável pela leitura dos dados do *buffer* do leitor, os dados são passados para o retorno do *success* como uma *string*, caso não exista nenhum dado, irá retornar uma *string* vazia. A Figura 19 mostra um exemplo de leitura de dados utilizando esta função.

Figura 19 - Exemplo de leitura de dados com Bluetooth Serial

```
bluetoothSerial.read(function (data) {  
  console.log(data);  
}, failure);
```

Fonte: Ionic Framework (2018).

Conforme Figura 18, o parâmetro do *success* é uma função de *callback* que retorna com o número de bytes disponível para ser lido.

Existem outras funções como *bluetoothSerial.write* para realizar a escrita de um dado, nesta função são enviados os dados para a portal serial, podendo este dado ser um *ArrayBuffer*, *string*, *Array* de inteiros ou *Uint8Array*, nesta função são passados três parâmetros, sendo o dado (*data*), a função *callback* de sucesso (*success*) e o *callback* de falha (*failure*). Na Figura 20 é exibido alguns exemplos de escrita de dados da função *write*.

Figura 20 - Exemplo de escrita de dados com Bluetooth Serial

```
// string
bluetoothSerial.write("hello, world", success, failure);

// array of int (or bytes)
bluetoothSerial.write([186, 220, 222], success, failure);

// Typed Array
var data = new Uint8Array(4);
data[0] = 0x41;
data[1] = 0x42;
data[2] = 0x43;
data[3] = 0x44;
bluetoothSerial.write(data, success, failure);

// Array Buffer
bluetoothSerial.write(data.buffer, success, failure);
```

Fonte: Ionic Framework (2018).

Além das funções descritas acima, outros diversos métodos necessários foram aplicados no desenvolvimento.

Além das funções implementadas para realizar a integração com o leitor e consequentemente ter comunicação com as etiquetas RFID, foi necessário realizar a implementação do uso de *Sessions*.

As *Sessions* definem a quantidade de respostas que as etiquetas RFID terão que dar as solicitações realizadas pelo leitor RFID. Existem quatro tipos: *Session* 0, 1, 2 e 3. As quais devem ser definidas no leitor, por padrão é enviado uma solicitação por *Bluetooth* necessitando realização da função desejada (*read*, *write*...) juntamente de um parâmetro que define o número da *Session* que deve ser executada.

A *Session* 0 faz com que a etiqueta responda a todas as solicitações feitas pelo leitor RFID, por exemplo, caso um leitor tenha capacidade de ler 300 etiquetas a cada 1 segundo, caso for deixado uma etiqueta junto do campo de leitura do leitor, ela poderá responder as 300 requisições dentro deste segundo. Essa *Session* deve ser utilizada, quando se deseja obter outras informações da etiqueta, como o *Received Signal Strength Indicator* (RSSI), que seria a potência do sinal recebido da etiqueta (BOALIM, 2015).

A *Session 1* define que a etiqueta deve responder com prontidão apenas a primeira requisição feita pelo leitor RFID. Após isso, a etiqueta entra em estado de silêncio, aguardando entre 0,5 e 5 segundos para responder a próxima requisição. O tempo de silêncio é definido pela própria etiqueta, não sendo configurável. Esse modelo deve ser utilizado em portais ou coletores de dados que farão a contagem de muitos itens ao mesmo tempo, visto que a utilização deste modelo minimiza drasticamente o problema de interferência de leituras de etiquetas que ainda não foram lidas, por etiquetas já lidas (BOALIM, 2015).

As *Sessions 2* e *3* são eficientes quando se deseja realizar a leitura da etiqueta apenas uma vez enquanto ela estiver dentro do campo de leitura do leitor, neste modelo só ocorre uma nova leitura da etiqueta quando ela sair e voltar ao campo do leitor, durante o período que ela fica dentro do campo, será lida apenas uma vez. A ideia de se ter duas *Sessions* com a mesma funcionalidade é para quando se tem necessidade de dois leitores realizarem a leitura do mesmo objeto ao mesmo tempo para reduzir os erros de leitura, nesse caso, cada leitor é configurado com uma *Session*, evitando que uma leitura não interfira na outra, mantendo a etiqueta no modo silêncio (BOALIM, 2015).

Diante destes modelos de *Sessions*, no desenvolvimento da aplicação foram utilizados a *Session 0* para consultar o RSSI, a *Session 2* para inclusão e identificação de um item e realização de inventário.

Com relação ao visual da aplicação, a mesma é composta por um *sidemenu*, na tradução, um menu lateral, nele é possível encontrar todas as funcionalidades do sistema, deixando a tela principal da aplicação apenas com o que o usuário solicitou pelo menu. Para o sistema foram definidas quatro funções principais que terão sua funcionalidade diretamente relacionada ao uso do leitor e *tags* RFID. Sendo as funções descritas a seguir.

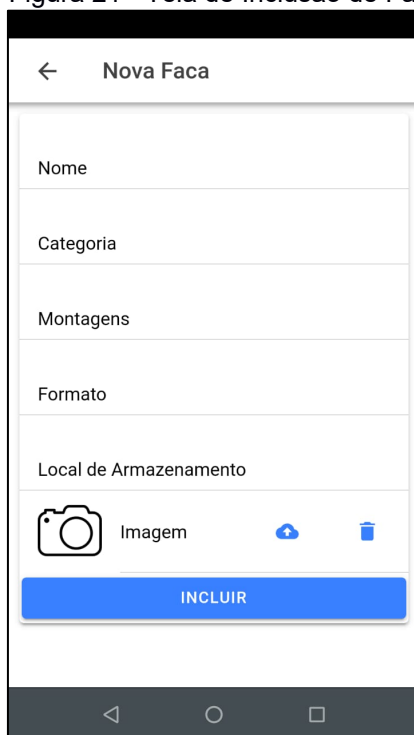
#### 8.3.2.1 Inclusão

Para o processo de inclusão de um novo item no estoque de facas, é selecionado o menu de inclusão, o qual aguarda a leitura de uma etiqueta RFID,



nesse processo foi realizado um teste de validação, o teste efetuado pelo sistema garante que apenas uma etiqueta foi lida, assegurando que a futura informação a ser gravada seja serializada exclusivamente em uma única etiqueta. A Figura 21 exibe o layout da aplicação após ocorrer a leitura da etiqueta RFID.

Figura 21 - Tela de Inclusão de Faca de Corte



Fonte: O Autor.

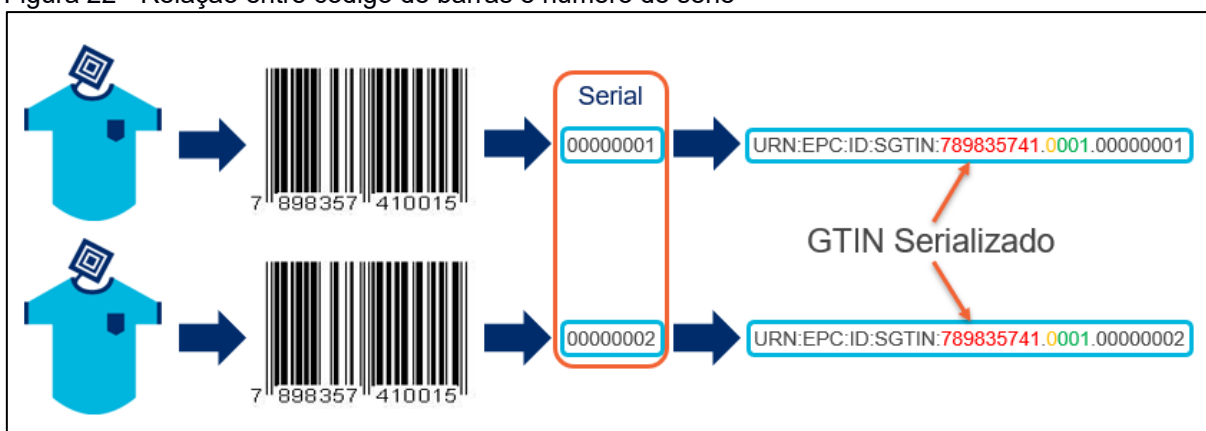
Com a leitura da etiqueta efetuada, e com a garantia de que tenha sido lida apenas uma etiqueta, o sistema exibe na tela as informações necessárias a serem preenchidas para realizar o cadastro, assim como solicita uma imagem da faca de corte, a qual pode ser obtida com o acesso a galeria do smartphone pelo aplicativo. Com as informações preenchidas, o sistema irá salvar no banco de dados tais informações, usando como *id* o código gerado automaticamente pelo Firebase, sendo ele único dentro daquele banco. Além disso, este mesmo código é gravado na etiqueta RFID lida, garantindo a serialização da mesma, tornando-a única dentro do estoque de facas de corte.

### 8.3.2.1.1 Serialização RFID

O RFID é um método de identificação automática utilizando sinais de radiofrequência, o qual recupera e armazena dados remotamente de etiquetas RFID. Para a identificação de cada etiqueta, é utilizado o *Electronic Product Code* (EPC), na tradução, Código Eletrônico do Produto, o qual é um padrão mundial administrado pela GS1. O EPC é composto pelo Global Trade Item Number (GTIN), na tradução livre, Identificador Global de Item Comercial, que seria o número do código de barras que o produto dispõe, somado ao número serial, permitindo assim identificar unicamente qualquer produto, servindo como uma identidade para o sistema (GS1 BRASIL, 2018).

Na Figura 22 é possível entender o processo de serialização.

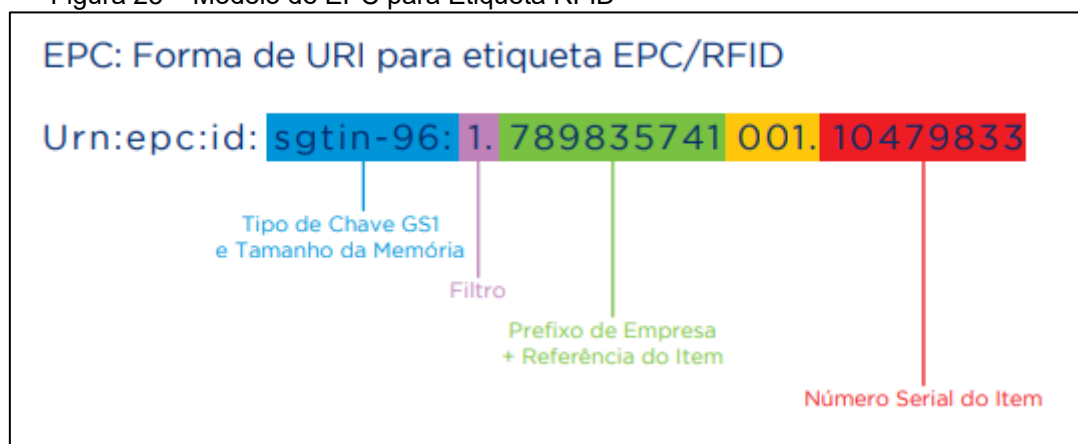
Figura 22 - Relação entre código de barras e número de série



Fonte: GS1 Brasil

Com o código serializado na etiqueta é possível garantir que o item é único dentro do ambiente em que se encontra, assim com a leitura da etiqueta RFID, sempre que esse GTIN é identificado e enviado ao sistema, o mesmo sabe que se trata exclusivamente deste item. No caso de um estoque, por exemplo, pode-se realizar os processos de recebimento, armazenamento, *picking* ou expedição (GS1 BRASIL, 2018). A Figura 23 mostra a estrutura do código EPC de uma etiqueta RFID, seguindo os padrões GTIN, da GS1.

Figura 23 – Modelo de EPC para Etiqueta RFID



Fonte: GS1 Brasil

Para poder utilizar o padrão GTIN é necessário se filiar a GS1. Inicialmente é realizado o cadastro pelo site da associação e posteriormente enviado todos os documentos. Os valores para filiação variam de acordo com a categoria de faturamento, conforme Tabela 3.

Tabela 3 - Valores para filiação GS1

<b>Faturamento Anual</b>	<b>1º Pagamento</b>	<b>Anuidade</b>	<b>Categoria</b>
Até 300.000	R\$ 663,00	R\$ 354,00	T4
De 300.001 até 1.000.000	R\$ 775,50	R\$ 579,00	T3
De 1.000.001 a 6.000.000	R\$ 1.145,50	R\$ 1.319,00	T2
De 6.000.001 a 60.000.000	R\$ 1.853,00	R\$ 2.734,00	T1
Acima de 60.000.001	R\$ 2.215,50	R\$ 3.459,00	T10

Fonte: GS1 Brasil (2019).

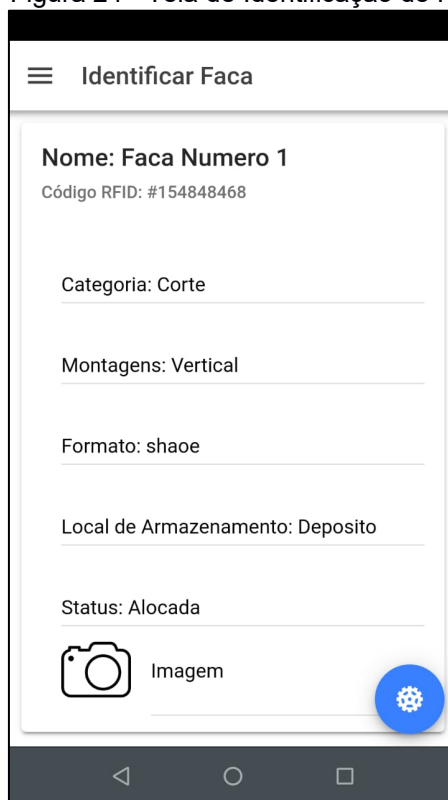
Devido aos custos necessários para aquisição e utilização legalmente deste modelo, para a execução do trabalho proposto foi realizado a serialização do código de identificação gerado pelo banco de dados Firebase quando armazenado um item no mesmo.

### 8.3.2.2 Identificação

O processo de identificação consiste na leitura de uma única etiqueta RFID, nesse caso o usuário já está com uma faca específica em mãos e precisa

ter conhecimento de que tipo de faca se trata, suas dimensões e qual categoria ela se aplica. Nesse caso, ao realizar a leitura da etiqueta específica, é identificado o código serializado, ocorre a busca no banco de dados do Firebase e é exibido na tela todas as informações cadastradas daquela faca de corte específica. A Figura 24 exibe a tela de identificação de faca.

Figura 24 - Tela de Identificação de Faca de Corte



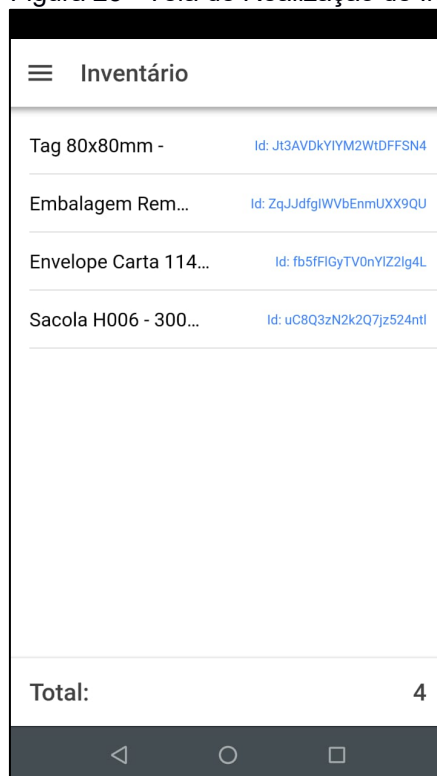
Fonte: O Autor.

A partir do processo de identificação, é possível realizar diversas funções, como editar o cadastro da faca, assim como alocar ou desalocar o item. No processo de alocar a faca de corte é registrado no status da faca o usuário ativo da aplicação que clicou neste botão em específico, assim é possível identificar posteriormente o responsável pela faca caso ela não esteja no estoque, já no processo de desalocar, a faca de corte tem seu status mudado para não alocado.

### 8.3.2.3 Inventário

Para realização do inventário, a aplicação gera uma lista com todos os códigos de identificação das facas que estão inclusos no banco de dados do Firebase. O software então solicita a leitura para o leitor RFID, o qual realiza leituras consecutivas e envia os códigos que estão serializados nas facas de corte para a aplicação. A aplicação então realiza a comparação do código lido com o que existe na lista e realiza a exclusão do mesmo caso encontre um código igual. Ao final, caso alguma etiqueta não tenha sido lida, o sistema exibe a lista com as determinadas facas não localizadas, com isso é possível tomar algum tipo de decisão para realizar a verificação da faca, conferindo se a mesma está alocada para uso em alguma máquina, se ela foi retirada de estoque e não foi devolvida, ou se realmente pode ter ocorrido algum problema com a etiqueta que está aplicada na faca. A Figura 25 exibe o procedimento da realização do inventário.

Figura 25 - Tela de Realização de Inventário

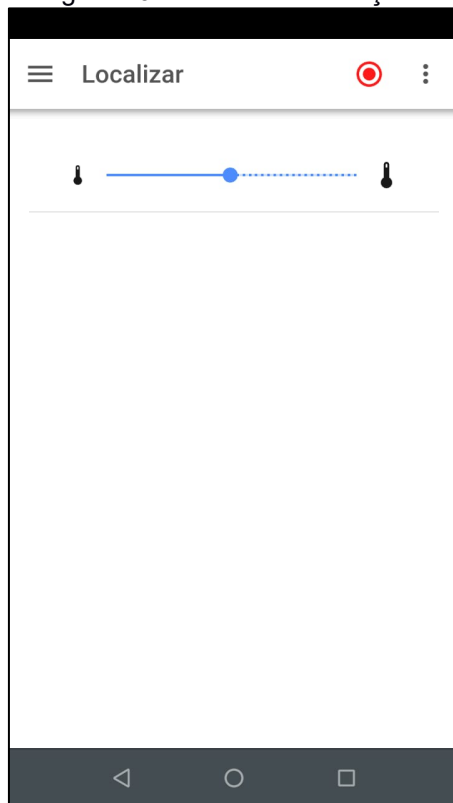


Fonte: O Autor.

#### 8.3.2.4 Localização

O processo de localização de faca ocorre quando o usuário não sabe onde encontrar o item no estoque, para isso, o leitor realiza a leitura do código específico determinado pelo usuário, neste processo o usuário selecionado uma faca de corte da lista e a aplicação utiliza o código da mesma para enviar como parâmetro ao leitor e como retorno, recebe o valor do RSSI, que é a indicação da força/intensidade do sinal recebido da etiqueta que tem serializado o código da faca que o usuário está buscando. Ou seja, o leitor transforma em números a potência do sinal que ele recebe de determinada etiqueta RFID e envia para a aplicação. A partir do número retornado é possível determinar qual a distância aproximada que o leitor está daquela etiqueta e consequentemente da faca de corte. A Figura 26 mostra a tela de localização da faca de corte.

Figura 26 - Tela de Localização de Facas



Fonte: O Autor.

A leitura do RSSI normalmente possui muitos ruídos, pois se trata de um sinal digital de um sensor, a influência do ambiente, como a reflexão pelo

metal, é um exemplo de interferência do sinal. Para corrigir os ruídos e ter o valor mais aproximado possível do real foi necessário implementar algum tipo de filtro para que se possa ter um controle e precisão maior sobre os dados lidos, para isso foi implementado o Filtro de Kalman.

#### 8.3.2.4.1 Filtro de Kalman

O Filtro de Kalman foi publicado em 1960 por Rudolf Kalman, o qual foi descrito como uma solução recursiva para os problemas de filtragem linear de dados discretos. O objetivo é utilizar medições de grandezas realizadas ao longo de um período de tempo, tais quais contaminadas com ruído e outras incertezas, e então gerar resultados que tendem a se aproximar dos valores reais das grandezas que foram medidas. Desde então este filtro vem sendo objeto de extensa pesquisa e aplicação, principalmente nas áreas de navegação autônoma ou assistida (WELCH; BISHOP, 2006, tradução nossa). Ele é largamente aplicado em diversas áreas da engenharia, por realizar exatamente uma estimativa muito próxima do estado do sistema (ABBEEL et. al., 2005, tradução nossa).

O Filtro de Kalman consiste em duas etapas, predição e correção, baseado em técnicas recursivas do sistema representado no espaço de estados, sendo uma estimação sobre a dinâmica do sistema (OLIVEIRA; GONÇALVES, 2017).

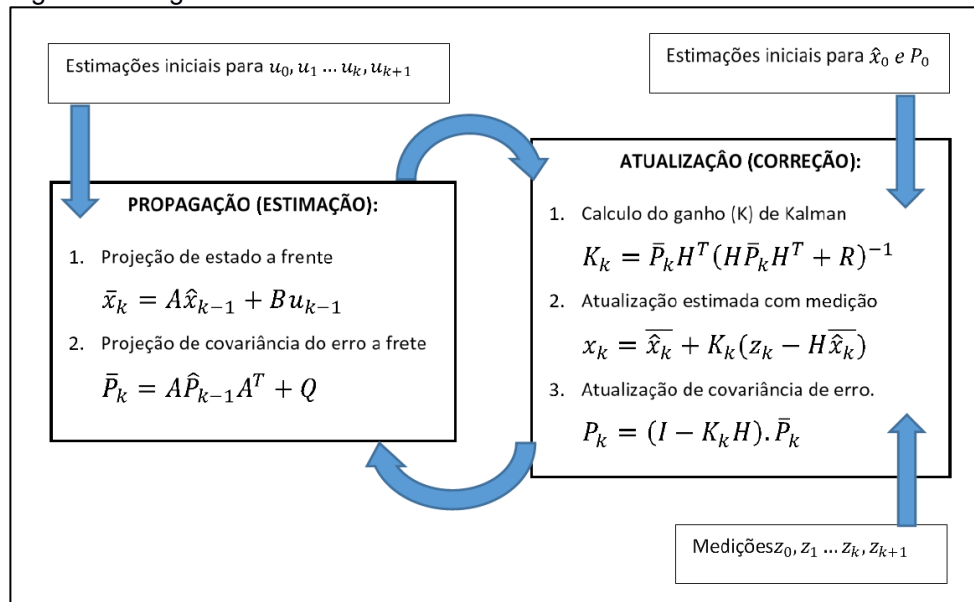
Na primeira etapa, ocorre a predição sobre a dinâmica do modelo e na segunda etapa, ocorre uma correção, atuando na covariância do erro. Em prática, o filtro irá, por meio da recursividade, estimar um processo usando um modelo de *feedback*, em determinado momento o filtro realiza uma estimativa e em seguida obtém os valores com medições ruidosas. Na próxima etapa o filtro se divide em outras duas partes, sendo as equações de atualizações de tempo e as equações de atualização de medição (WELCH; BISHOP, 2006, tradução nossa).

As equações de tempo são consideradas equações preditoras, pois são as responsáveis por estimar para frente os próximos valores de estado a

partir de erros atuais para obter as estimativas dos seguintes valores quando o processo se repetir. Já as equações de atualização de medição são chamadas de equações corretoras, pois são as responsáveis por fornecer a resposta da nova medição (WELCH; BISHOP, 2006, tradução nossa).

A Figura 27 ilustra o processo do Filtro de Kalman, inicialmente tem-se os valores iniciais para o filtro, então, por meio de equações de estimativa são realizadas projeções a frente de estado e de erro, enquanto nas equações de correção, são feitas as correções de ruídos (OLIVEIRA; GONÇALVES, 2017).

Figura 27 - Algoritmo do Filtro de Kalman



Fonte: Oliveira e Gonçalves (2017).

Para o desenvolvimento do projeto foi realizado a adaptação de um algoritmo já existente, onde o mesmo, com o recebimento do valor de RSSI do leitor, realizou os cálculos para determinar as estimativas.

### 8.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir da etapa de levantamento de requisitos realizada neste trabalho, foi possível levantar material referencial importante sobre todos os temas tratados na implementação do sistema proposto, sendo esse seu principal objetivo.



A utilização e aplicação de uma etiqueta RFID passiva no sistema foi eficiente, conforme Floyd (2014, tradução nossa) e complementado por Smiley (2016, tradução nossa), embora seja um modelo simples, que carrega entre 96 a 128 *bits* de dados. Normalmente ela é muito utilizada em sistemas como o desenvolvido, para gerenciamento de estoques, principalmente por seu baixo custo. De fato, com os testes realizados ela foi capaz de retornar à informação ao leitor sempre que necessário.

Além disso, um dos grandes benefícios notados foi a possibilidade de gerenciamento de grande quantidade de informações de diversos itens utilizando uma etiqueta de baixo custo, isso por que, conforme notado por Thorne et. al. (2006, tradução nossa), embora seja uma etiqueta simples, a sua aplicação e integração com o sistema permite que, embora ela armazene uma quantidade baixa de informações, permite o relacionamento direto com um banco de dados na rede.

A escolha do leitor também foi essencial, a utilização de um modelo *handheld* trouxe a eficiência que se procurava para o desenvolvimento, esse resultado foi obtido pois com o leitor móvel foi possível realizar o deslocamento do mesmo ao longo de todo ambiente de estoque, permitindo principalmente a utilização da função da localização por proximidade pela leitura do RSSI. Além disso, por possuir conexão *bluetooth*, permitiu que a integração com o sistema fosse simplificada, a partir da leitura dos dados, o leitor RFID foi capaz de enviar as informações ao sistema, o qual foi programado utilizando o próprio plugin para utilização de recursos do *bluetooth*.

A comunicação entre Leitor RFID e *tags* se mostraram eficientes o suficiente para demonstração do projeto. A escolha da posição de aplicação da etiqueta RFID, assim como a organização de um estoque com a estrutura composta em madeira permitiu que o sinal de radiofrequência não sofresse tanta interferência, embora tenha sido necessário aplicar o Filtro de Kalman para alcançar uma precisão maior nos dados coletados.

Uma das grandes dificuldades encontradas foi quanto a definição do padrão de serialização do EPC. Conforme afirmado por Lenehan (2019, tradução nossa), as etiquetas RFID já vem pré-serializadas pelo fornecedor, ou seja, já

vem com alguma identificação escrita em seu *chip*, porém não se existe nenhuma garantia que a etiqueta identificada seja única, sendo necessário realizar o processo de serialização, diante do estudo realizado e das informações obtidas, o uso do padrão de serialização internacional da GS1 se tornaria caro para o projeto, para isso foi necessário estudar a codificação a ser utilizada para garantir que com a serialização o item fosse único dentro do estoque em questão. O uso do código de identificação gerado pelo Firebase se tornou eficiente, pois ao mesmo tempo que ele gerou um documento único no banco, também permitiu a utilização do código de identificação para serialização na faca de corte, garantindo assim que o item se tornasse único no ambiente de armazenamento.

O desenvolvimento da aplicação móvel para gerenciamento de todo o sistema RFID juntamente do banco de dados do Firebase foi de fundamental importância, pois o mesmo foi o responsável por administrar todo o fluxo de dados enviado pelo leitor RFID (HUNT; PUGLIA; PUGLIA, 2007, tradução nossa).

Conforme um dos objetivos atingidos por Pinto (2013), em seu trabalho desenvolvido, também foi possível chegar ao resultado de maior controle das movimentações de estoque, sendo possível identificar entradas e saídas das facas de corte, possibilitando a identificação do usuário responsável pela retirada, utilizando da função de alocação e desalocação do item por meio da leitura da etiqueta RFID da mesma.

## 9 CONCLUSÃO

Aplicar um sistema de identificação por radiofrequência integrado a uma aplicação móvel requer uma grande variedade de ferramentas e conhecimento como observado durante o desenvolvimento do trabalho. Por meio dos assuntos estudados, como arquitetura de IoT, tecnologia RFID e tecnologias para desenvolvimento móvel híbrido, foi possível alcançar todos os objetivos propostos desde o início do trabalho.

A análise de requisitos e desenvolvimento de fluxogramas auxiliaram para que não houvesse grandes retrabalhos em cada uma das etapas, afim de obter o melhor resultado possível ao final do projeto. Foi essencial o levantamento bibliográfico realizado envolta do desenvolvimento do projeto, com maior ênfase na parte do hardware a ser utilizado, devido a falta de conhecimento do autor.

A Tese publicada por Zarghami em 2013 serviu de base para estruturação de todo o sistema, foi possível selecionar, em cada uma das camadas por ele proposta, o veio de organizar uma arquitetura de IoT por ele definida, na camada de Tecnologia de Ponta foi utilizado as etiquetas RFID para coletar as informações, na camada de *Gateway* de Acesso, foi utilizado a radiofrequência para obtenção dos dados advindos da etiqueta, e o *bluetooth* para enviar os dados ao aplicativo móvel. Na camada de Internet, o aplicativo, juntamente do Firebase, desempenhou a função de análise e processamento dos dados recebidos. Na camada de *Middleware* o leitor RFID foi responsável por agregas e filtrar os dados recebidos, enviando as informações necessários ao aplicativo, e por fim, a camada de Aplicação é onde se encontra o aplicativo móvel, que fornece aos usuários todos os serviços e funcionalidades do sistema.

Além disso, os elementos para possibilitar a existência de IoT, segundo Al-Fuqaha et. al. (2015) também foram atingidos. A Identificação seu deu por meio da serialização do EPC no *chip* da *tag*, a Detecção foi alcançada pela própria etiqueta RFID, que emiti o sinal ao leitor quando necessário, o processo de Comunicação se deu em duas formas, pela radiofrequência entre o leitor e etiqueta RFID e por *bluetooth* entre leitor e o aplicativo móvel no celular.

A Computação dos dados se deu por meio do Smartphone, o qual por meio do aplicativo pode realizar a gestão dos dados recebidos, dentre os diversos Serviços, foram aplicados o de Identificação, de Informação Agregada e Onipresente, onde toda informação recebida pode ser tratada e transformada em informação para o usuário. E por fim e mais importante as Semânticas, a aplicação de regras, tratamento dos dados influenciaram diretamente na decisão a ser tomada pelo aplicativo, principalmente relacionado a localização do item, que por meio do tratamento do RSSI, foi possível estipular a localização da faca de corte no ambiente de estoque.

Dentre as vantagens notadas no desenvolvimento do projeto e aplicação do RFID em um estoque de facas de corte, podemos citar o que foi alcançado por Ribeiro e Silva (2016) em seu artigo, a redução de mão de obra, principalmente no processo de localização manual da faca de corte, agilidade na comunicação interna e externa e maior precisão dos dados.

Após a conclusão, pode-se observar algumas melhorias para dar continuidade ao projeto para novas pesquisas na área, conforme segue:

- a) implementação de um sistema que permite o controle de temperatura e umidade do ambiente, visto que é uma condição fundamental para o armazenamento da faca de corte;
- b) implementação de outros métodos de localização, como *Real Time Locating Systems* (RTLS) ou *Multilateration*, afim de aumentar a eficiência do processo de localização da faca de corte.

Contudo, pode-se concluir que o trabalho cumpriu com todos os itens propostos, com um resultado satisfatório.

## REFERÊNCIAS

ABBEEL, Pieter *et. al.* Discriminative Training of Kalman Filters. In: ROBOTICS: SCIENCE AND SYSTEMS, 1., 2005, Massachusetts. **Proceedings...** Massachusetts: Massachusetts Institute Of Technology, 2005. p. 1 - 8. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/221344447>. Acesso em: 27 maio 2019.

ABIGRAF (São Paulo). Departamento de Estudos Econômicos. **Números da Indústria Gráfica Brasileira**. 2019. Disponível em: <http://www.abigraf.org.br/documents/320>. Acesso em: 09 junho 2019.

AL-FUQAHA, Ala *et. al.* Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols, and Applications. **Ieee Communication Surveys & Tutorials**. Nova Jersey, p. 2347-2376. Out. 2015. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7123563>. Acesso em: 14 out. 2018.

AMARAL, Rodrigo Varela do. **Protótipo de um sistema para controle de estoque com RFID para supermercados**. 2015. 115 f. TCC (Graduação) - Curso de Sistemas de Informação, Universidade do Planalto Catarinense, Lages, 2015. Disponível em: [http://revista.uniplac.net/ojs/index.php/tc\\_si/article/view/1937](http://revista.uniplac.net/ojs/index.php/tc_si/article/view/1937). Acesso em: 18 nov. 2018

ATLAS RFID SOLUTIONS (Birmingham). **The beginner's guide to RFID systems**. 2017. Disponível em: <https://www.atlasrfidstore.com/rfid-beginners-guide>. Acesso em: 21 nov. 2018.

AUTOMATA DO BRASIL (São Paulo). **Indústria 4.0 no Brasil**. 2017. Disponível em: <https://www.automataweb.com.br/industria-4-0-no-brasil/>. Acesso em: 19 nov. 2018.

BARBOSA, Gibson Belarmino Nunes. **Sistema de Segurança para IoT baseado em agrupamento de Smart Cards gerenciados por FPGA**. 2017. 86 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência da Computação, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/27507>. Acesso em: 26 nov. 2018.

BAYGIN, Mehmet *et. al.* An Effect Analysis of Industry 4.0 to Higher Education. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION TECHNOLOGY BASED HIGHER EDUCATION AND TRAINING, 15., 2016, Istanbul. **Proceedings...** . Elazig: Firat University, 2016. p. 1 - 5. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7760744>. Acesso em: 17 nov. 2018.

BITKOM E.V. (Alemanha). **Implementation Strategy Industrie 4.0**. Berlim: Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation Und Neue Medien E. V, 2016. 104 p.

BOALIM, Tales. **Configurando o tempo de resposta da etiqueta**

**RFID:** alterando a Session. 2015. Disponível em:

<https://rfidmoura.wordpress.com/tag/sessao-0/>. Acesso em: 07 jun. 2019.

COSTA, Cesar da. Indústria 4.0: O futuro da indústria nacional. **Posgere**, São Paulo, v. 1, p.5-14, set. 2017.

CHENG C.; GUELFIRAT, T.; MESSINGER, C.; SCHMITT, J.; SCHNELTE, M.; WEBER, P. Semantic degrees for industrie 4.0 engineering: deciding on the degree of semantic formalization to select appropriate technologies. In: EUROPEAN SOFTWARE ENGINEERING CONFERENCE AND THE ACM SIGSOFT SYMPOSIUM ON THE FOUNDATIONS OF SOFTWARE ENGINEERING, 10., 2015, Bergamo. **Proceedings...** Nova York: ACM New York, 2015. p.1010–1013. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/299867618>. Acesso em: 24 nov. 2018.

DEUTSCHE BANK (Estados Unidos). **Industry:** The Internet of Things. Nova York: Deutsche Bank Ag, 2014. 102 p. Disponível em:

[https://www.deutschebank.nl/nl/docs/The\\_internet\\_of\\_things.pdf](https://www.deutschebank.nl/nl/docs/The_internet_of_things.pdf). Acesso em: 25 set. 2018.

DEVMEDIA. **ionic:** Introdução ao Ionic. 2017. Disponível em:

<https://www.devmedia.com.br/guia/ionic/38372>. Acesso em: 15 maio 2019.

FACCIONI FILHO, Mauro. BMS 2.0: Nova geração de sistemas de automação e gestão predial. In: CONGRESSO NETCOM, 7., 2015, São Paulo. **Anais...**

. São Paulo: Aranda Eventos, 2015. p. 1 - 27. Disponível em:

[https://www.researchgate.net/publication/320024315\\_BMS\\_20\\_Nova\\_geracao\\_de\\_sistemas\\_de\\_automacao\\_e\\_gestao\\_predial](https://www.researchgate.net/publication/320024315_BMS_20_Nova_geracao_de_sistemas_de_automacao_e_gestao_predial). Acesso em: 02 out. 2018.

FACCIONI FILHO, Mauro. **Internet das Coisas**. Palhoça: Unisulvirtual, 2016. 56 p.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO PARANÁ (Paraná).

**Indústria Gráfica**. 2012. Disponível em: [http://www.fiepr.org.br/para-](http://www.fiepr.org.br/para-sindicatos/desenvolvimento/industria-grafica-1-20753-171449.shtml)

[sindicatos/desenvolvimento/industria-grafica-1-20753-171449.shtml](http://www.fiepr.org.br/para-sindicatos/desenvolvimento/industria-grafica-1-20753-171449.shtml). Acesso em: 25 set. 2018.

FINKENZELLER, Klaus. **RFID Handbook:** Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards, Radio Frequency Identification and Near-Field Communication. 3. ed. Reino Unido: John Wiley & Sons, 2010. 478 p.

FIREBASE (Estados Unidos da América). **Cloud Firestore**. 2017. Disponível em: <https://firebase.google.com/docs/firestore/?hl=pt-br>. Acesso em: 21 maio 2019.

FL FACAS (São Paulo). **Faca laser para corte e vinco**. [20--]. Disponível em: <http://www.flfacas.com.br/faca-laser-corte-e-vinco>. Acesso em: 24 nov. 2018.

FLOYD, Ray. **Passive vs. Semi-Passive vs. Active Tags in RFID**. 2014. Disponível em: <https://news.thomasnet.com/imt/2014/03/04/passive-vs-semi-passive-vs-active-tags-in-rfid>. Acesso em: 20 nov. 2018.

FREITAS, Arnold de Araujo. **A Internet das Coisas e seus efeitos na Indústria 4.0**. 2017. 57 f. Tese (Doutorado) - Curso de Sistemas de Computação, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2017. Disponível em: [https://app.uff.br/riuff/bitstream/1/5626/1/TCC\\_ARNOLD\\_DE\\_ARAUJO\\_FREITAS.pdf](https://app.uff.br/riuff/bitstream/1/5626/1/TCC_ARNOLD_DE_ARAUJO_FREITAS.pdf). Acesso em: 17 nov. 2018.

GONÇALVES, Vinicius. **Modelos de Máquina de Corte e Vinco**. 2011. Disponível em: <https://novonegocio.com.br/maquinas/maquina-de-corte-e-vinco/>. Acesso em: 25 set. 2018.

GS1 BRASIL. **EPC/RFID: entenda o que é e qual a importância para a sua indústria**. 2018. Disponível em: <https://blog.gs1br.org/epc-rfid-entenda-o-que-e/>. Acesso em: 02 jun. 2019.

HUNT, V. Daniel; PUGLIA, Mike; PUGLIA, Albert. **RFID: A Guide to Radio Frequency Identification**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2007. 240 p.

INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION. **ITU Internet Reports 2005: The Internet of Things**. Tunísia, 2015. 28 p. Disponível em: [https://www.itu.int/osg/spu/publications/internetofthings/InternetofThings\\_summary.pdf](https://www.itu.int/osg/spu/publications/internetofthings/InternetofThings_summary.pdf). Acesso em: 08 out. 2018.

INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION (Suiça). Telecommunication Standardization Sector Of Itu. **Series Y: Global Information Infrastructure, Internet Protocol Aspects and Next-Generation Networks**. Geneva, 2013. 22 p. Disponível em: <http://handle.itu.int/11.1002/1000/11559>. Acesso em: 25 set. 2018.

IONIC FRAMEWORK. **Ionic Framework-Preface**. Disponível em <http://ionicframework.com/docs/v1/guide/preface.html>. Acesso em: 15 maio 2019.

JIA, Xiaolin *et al.* RFID technology and its applications in Internet of Things (IoT). In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON CONSUMER ELECTRONICS, COMMUNICATIONS AND NETWORKS, 2., 2012, Yichang. **Proceedings....** Yichang: Cecnnet, 2012. p. 1282 - 1285. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6201508>. Acesso em: 21 nov. 2018.

KAGERMANN, Henning *et al.* **Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0: Final report of the Industrie 4.0 Working Group**. Frankfurt: National Academy Of Science And Engineering, 2013. 82 p.

Disponível em: [https://www.acatech.de/wp-content/uploads/2018/03/Final\\_report\\_\\_Industrie\\_4.0\\_accessible.pdf](https://www.acatech.de/wp-content/uploads/2018/03/Final_report__Industrie_4.0_accessible.pdf). Acesso em: 17 nov. 2018.

KEYSIGHT TECHNOLOGIES (Estados Unidos da América). **IoT Measurement Solution**. 2018. Disponível em: <https://literature.cdn.keysight.com/litweb/pdf/5992-2941EN.pdf?id=2976108>. Acesso em: 25 set. 2018.

KEYSIGHT TECHNOLOGIES (Estados Unidos da América). **Keysight Solutions for IoT and M2M Internet of Things – IoT**. 2015. Disponível em: [https://www.keysight.com/upload/cmc\\_upload/All/06\\_IoT\\_M2M.pdf](https://www.keysight.com/upload/cmc_upload/All/06_IoT_M2M.pdf). Acesso em: 25 set. 2018.

LENEHAN, Mike. **Monza 5 Tag Chip Datasheet**. 2019. Disponível em: <https://support.impinj.com/hc/en-us/articles/202756948-Monza-5-Tag-Chip-Datasheet>. Acesso em: 22 maio 2019.

LIU, Eunice. **Design gráfico: processo como forma**. 2013. 194 f. Tese (Doutorado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16134/tde-14102013-154730/pt-br.php>. Acesso em: 25 set. 2018.

MADUREIRA, Daniel. **Aplicativo nativo, web App ou aplicativo híbrido?**. 2017. Disponível em: <https://usemobile.com.br/aplicativo-nativo-web-hibrido/>. Acesso em: 15 maio 2019.

MINERVA, Roberto; BIRU, Abyi; ROTONDI, Domenico. **Towards a definition of the Internet of Things (IoT)**. 2015. 87 f. Tese (Doutorado) - Curso de Future Broadband Networks, Politecnico di Torino, Torino, 2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/317588072>. Acesso em: 08 out. 2018.

MOTTA, Fabrício Valentim. **Avaliação ergonômica de postos de trabalho no setor de pré-impressão de uma indústria gráfica**. 2009. 60 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2009. Cap. 5. Disponível em: [http://www.ufjf.br/ep/files/2014/07/2009\\_1\\_Fabricio.pdf](http://www.ufjf.br/ep/files/2014/07/2009_1_Fabricio.pdf). Acesso em: 25 set. 2018.

MOURA, Augusto. **Indústria 4.0: A Revolução Inevitável**. 2018. Disponível em: <https://acontecendoaqui.com.br/marketing/artigo-industria-40-revolucao-inevitavel>. Acesso em: 19 nov. 2018.

NODEJS. **Introduction to Node.js**. 2019. Disponível em: <https://nodejs.dev/>. Acesso em: 15 maio 2019.



OLIVEIRA, Alessandro de Souza; PEREIRA, Milene Franco. **Estudo da tecnologia de identificação por radiofrequência - RFID**. 2006. 94 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Engenharia Elétrica, Faculdade de Tecnologia, Brasília, 2006. Disponível em: [http://bdm.unb.br/bitstream/10483/829/1/2006\\_AlessandroeMilene.pdf](http://bdm.unb.br/bitstream/10483/829/1/2006_AlessandroeMilene.pdf). Acesso em: 20 nov. 2018.

OLIVEIRA, Waldri dos Santos; GONÇALVES, Eduardo Nunes. Implementação em C: Filtro de Kalman, fusão de sensores para determinação de ângulos. **ForScience**, [s.l.], v. 5, n. 3, p.1-18, 24 nov. 2017. ForScience: Revista Científica do IFMG. <http://dx.doi.org/10.29069/forscience.2017v5n3.e287>. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/321378799>. Acesso em: 26 maio 2019.

PINTO, Bruno Perché. **Desenvolvimento de uma ferramenta baseada em RFID para controle de estoque e controle de movimentações de equipamentos hospitalares**. 2013. 83 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Logística Estratégica e Sistemas de Transporte, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/BUBD-A2EQYV>. Acesso em: 18 nov. 2018.

POLYMAK (São Paulo). **Perguntas e Respostas**. 2010. Disponível em: <http://www.polymak.com.br/orientacao.htm#01>. Acesso em: 25 set. 2018.

PONTOCODE. **Você sabe o que é Desenvolvimento Híbrido?**. Disponível em: <http://pontocode.com.br/novidades/voce-sabe-o-que-e-desenvolvimento-hibrido/>. Acesso em: 15 maio 2019.

PRERADOVIĆ, Stevan; KARMAKAR, Nemai. Fully Printable Chipless RFID Tag. In: PRERADOVIĆ, Stevan (Ed.). **Advanced Radio Frequency Identification Design and Applications**. Croácia: Intech, 2011. Cap. 7. p. 131-154.

PRINTI (São Paulo). **Conheça as etapas da produção de um material gráfico**. 2013. Disponível em: <https://www.printi.com.br/blog/conheca-etapas-da-producao-de-um-material-grafico>. Acesso em: 25 set. 2018.  
EXPOPRINT (São Paulo). **Acabamento Gráfico**. 2013. Disponível em: <https://www.exoprint.com.br/pt/acabamento-grafico>. Acesso em: 25 set. 2018.

REI, António Jorge Laranjeira. **RFID Versus Código de Barras: da Produção à Grande Distribuição**. 2010. 118 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, Major Telecomunicações, Universidade do Porto, Porto, 2010. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/58411/1/000147425.pdf>. Acesso em: 29 out. 2018.

RIBEIRO, Priscilla Cristina Cabral; SILVA, Nathália Soares Bento da. Adoção de TI na Gestão de Estoques: Uso de RFID. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 23., 2016, Bauru. **Proceedings...**. Bauru: Uff, 2016. p. 1 - 14. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/311677767>. Acesso em: 18 nov. 2018.

RODRIGUES, Pedro João. Identificação por dispositivos de radiofrequência - RFID. **Revista de Rádio e Comunicações**, Viseu, p.17-22, jan. 2006.

SANTOS, Beatrice Paiva *et. al.* Indústria 4.0: Desafios e Oportunidades. **Produção e Desenvolvimento**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 1, p.111-124, abr. 2018. Trimestral. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/325060590>. Acesso em: 17 nov. 2018.

SAYGIN, C.. Adaptive inventory management using RFID data. **The International Journal Of Advanced Manufacturing Technology**, [s.l.], v. 32, n. 9-10, p.1045-1051, 16 mar. 2006. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s00170-006-0405-x>.

SENNA, Caio César Lima de; SOARES, Pedro Igor Estrela. **Estudo de aplicações RFID na plataforma de IoT**.2017. 78 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Telecomunicações, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2017. Disponível em: <https://app.uff.br/riuff/handle/1/5535>. Acesso em: 19 nov. 2018.

SILVA, Isaac Luiz da; PACHECO, Pedro. **Desenvolvimento de um aplicativo de auxílio de tomada de decisão na escolha de grade de horários utilizando Ionic**. 2018. 254 f. TCC (Graduação) - Curso de Sistemas de Informação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/187883>. Acesso em: 15 maio 2019.

SILVEIRA, Cristiano Bertulucci. **Fluxograma de Processo: Aprenda com um Exemplo Prático [Video]**. 2018. Disponível em: <https://www.citisystems.com.br/fluxograma/>. Acesso em: 16 abr. 2019.

SILVEIRA, Cristiano Bertulucci; LOPES, Guilherme Cano. **O Que é Indústria 4.0 e Como Ela Vai Impactar o Mundo**.2016. Disponível em: <https://www.citisystems.com.br/industria-4-0/>. Acesso em: 17 nov. 2018.

SMILEY, Suzanne. **Active RFID vs. Passive RFID: What's the Difference?**. 2016. Disponível em: <https://blog.atlasrfidstore.com/active-rfid-vs-passive-rfid>. Acesso em: 20 nov. 2018.

SOUSA, Paulo César Borges de. **Idéias de Negócio: Como montar uma gráfica**. 2012. Disponível em: <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ideias/como-montar-uma->

grafica,78987a51b9105410VgnVCM1000003b74010aRCRD. Acesso em: 25 set. 2018.

TAN, Lu; WANG, Neng. Future Internet: The Internet of Things. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED COMPUTER THEORY AND ENGINEERING, 3., 2010, Chengdu, 2010. p. 1 - 5. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/5579543/>. Acesso em: 25 set. 2018.

THORNE, Alan *et. al.* **Scoping of ID Application Matching**. Reino Unido: University Of Cambridge, 2006. 27 p. Disponível em: [http://aero-id.org/research\\_reports/AEROID-CAM-002-ID.pdf](http://aero-id.org/research_reports/AEROID-CAM-002-ID.pdf). Acesso em: 17 nov. 2018.

TAVARES, Henrique Leal. **Introdução a Desenvolvimento de Aplicações Híbridas**. 2016. 11 f. Monografia (Especialização) - Curso de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, São Paulo, 2016. Disponível em: <http://revista.fatecgarca.edu.br/index.php/efatec/article/view/113/109>. Acesso em: 15 maio 2019.

THORNTON, Frank. **RFID Security**. Canada: Syngress Publishing, 2006. 266 p.

HÄRMÄ, S.; PLESSKY, V. P.. Surface Acoustic Wave RFID Tags. In: TURCU, Cristina (Ed.). **Development and Implementation of RFID Technology**. Austria: I-tech, 2009. Cap. 8. p. 145-158.

VENTURA, Ivan. **Estudo mostra a importância da etiqueta inteligente no controle de estoque**. 2017. Disponível em: . Acesso em: 08 junho 2019.

VICENTE, Marcelo. **Conheça os segmentos mais lucrativos do Setor Gráfico**. 2016. Disponível em: <http://marcelovicente.com/2016/11/09/conheca-os-segmentos-mais-lucrativos-do-setor-grafico/>. Acesso em: 25 set. 2018.  
VILLAS-BOAS, André. **Produção Gráfica para designers**. 3. ed. Teresópolis: 2ab, 2010. 192 p.

WAHER, Peter. **Learning Internet of Things**: Explore and learn about Internet of Things with the help of engaging and enlightening tutorials designed for Raspberry Pi. Birmingham: Packt Publishing, 2015. 242 p. Disponível em: [http://ebook.pldworld.com/\\_eBook/-Packt%20Publishing%20Limited-/9781783553532-LEARNING\\_INTERNET\\_OF\\_THINGS.pdf](http://ebook.pldworld.com/_eBook/-Packt%20Publishing%20Limited-/9781783553532-LEARNING_INTERNET_OF_THINGS.pdf). Acesso em: 25 set. 2018.

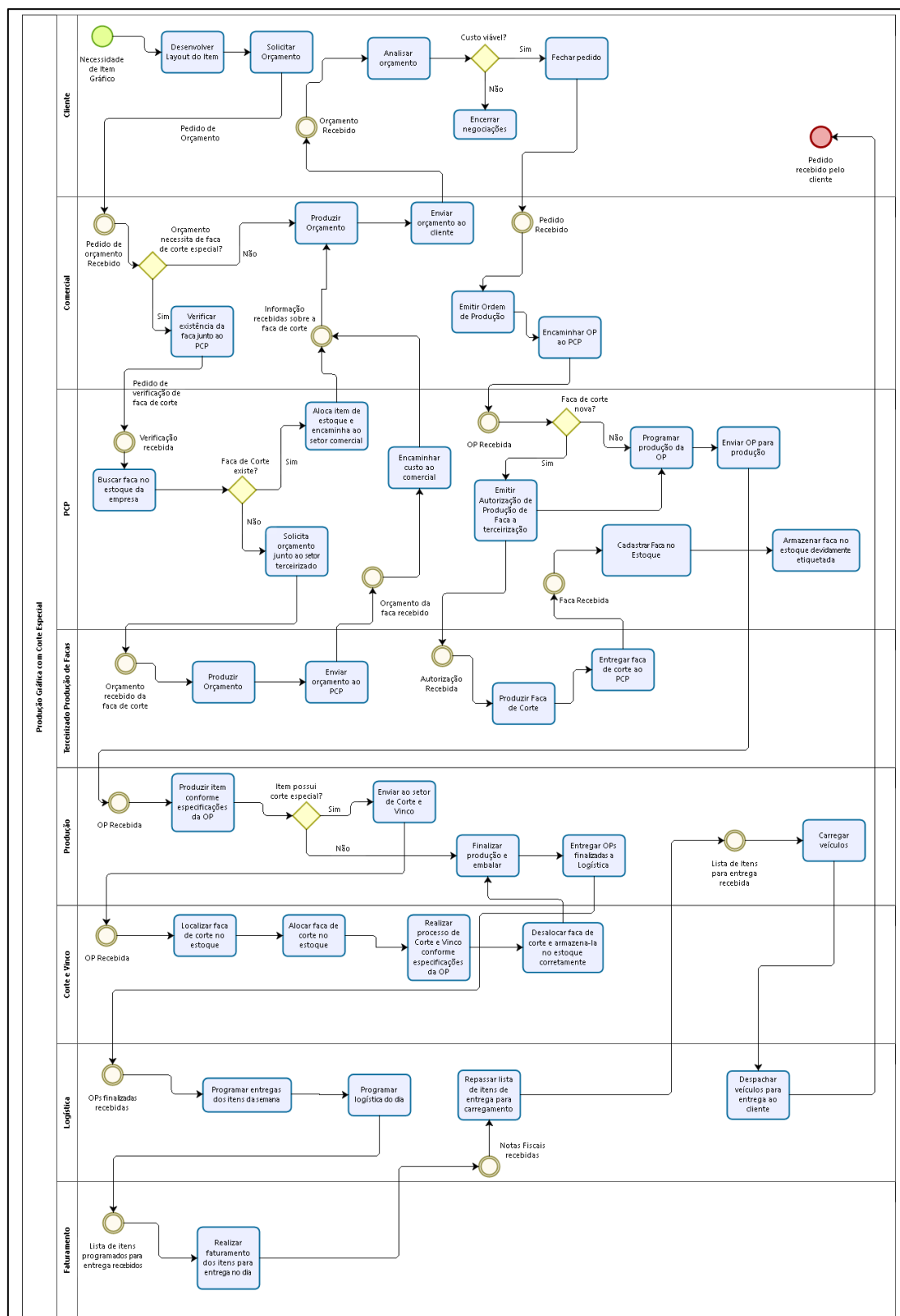
WELCH, Greg; BISHOP Gary. **An Introduction to the Kalman Filter**. UNC-Chapel Hill, TR 95-041, July 24, p. 1-16, 2006. Disponível em: [https://www.cs.unc.edu/~welch/media/pdf/kalman\\_intro.pdf](https://www.cs.unc.edu/~welch/media/pdf/kalman_intro.pdf). Acesso em: 26 maio 2019.

YANG, Zhihong *et. al.* Study and application on the architecture and key technologies for IOT. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON MULTIMEDIA TECHNOLOGY, 2011, Hangzhou. **Proceedings....** Hangzhou: Cmcc, 2011. p. 747 - 751. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6002149>. Acesso em: 26 nov. 2018.

YEW, Cheang Chee; TAN, Eugene. **The Print Industry: An Overview.** Singapore: National Library Board, 2005. 14 p. Disponível em: <https://www.nlb.gov.sg/Portals/0/Docs/Research/PrintIndustry.pdf>. Acesso em: 25 set. 2018.

ZARGHAMI, Shirin. **Middleware for Internet of Things.** 2013. 87 f. Tese (Doutorado) - Curso de Electrical Engineering, Mathematics And Computer Science Software Engineering, University Of Twente, Enschede, 2013. Cap. 2. Disponível em: [https://essay.utwente.nl/64431/1/final\\_Thesis-ver2.pdf](https://essay.utwente.nl/64431/1/final_Thesis-ver2.pdf). Acesso em: 25 set. 2018.

## APÊNDICE A – FLUXOGRAMA DE PROCESSO



Fonte: Do autor.

## APÊNDICE B – ARTIGO CIENTÍFICO

### **Utilização do conceito de Internet das Coisas associada a tecnologia de Identificação por Radiofrequência (RFID) na gestão de estoque de facas de corte de uma indústria gráfica**

**Wesley Ricardo de Souza<sup>1</sup>, Luciano Antunes<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Acadêmico do Curso de Ciência da Computação - Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC) - 88.806-000 – Criciúma – SC – Brazil

<sup>2</sup>Professor Mestre do Curso de Ciência da Computação - Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC) - 88.806-000 – Criciúma – SC – Brazil

wesley\_ricardo@live.com, luc@unesc.net

**Abstract.** *The Internet of Things has as principle the idea of representing anything physical in the virtual environment through the capture of data using sensors that allow the decision making by the systems allowing to obtain greater precision and organization of the information. The present work presents the efficiency of a mobile system based on the Internet concept of Things, which was applied using radiofrequency identification technology in a stock of cutting knives of a graphic industry, with the objective of performing all the management of items, as well as information to facilitate the process of locating and managing items. By means of the results achieved, it was possible to identify ways for the evolution of the project, in order to make the prototype a great facilitator in the production processes of the industry..*

**Keywords:** *Internet of Things. RFID. Inventory control. Graphic industry.*

**Resumo.** *A Internet das Coisas tem como princípio a ideia de representar qualquer coisa física no meio virtual por meio da captação de dados utilizando sensores que permitem a tomada de decisões pelos sistemas permitindo que se obtenha maior precisão e organização das informações. O presente trabalho apresenta a eficiência de um sistema móvel baseado no conceito de Internet das Coisas, o qual foi aplicado utilizando a tecnologia de identificação por radiofrequência em um estoque de facas de corte de uma indústria gráfica, com o objetivo de realizar todo o gerenciamento dos itens, assim como obter informações para facilitar no processo de localização e gestão dos itens. Por meio dos resultados alcançados pôde-se identificar vias para a evolução do projeto, afim de tornar o protótipo em um grande facilitador nos processos de produção da indústria.*

**Palavras-chave:** *Internet das Coisas. RFID. Controle de Estoque. Indústria Gráfica.*

## 1 Introdução

A evolução constante da tecnologia vem trazendo as empresas novas maneiras de gerenciar e organizar informações. Boa parte destes benefícios estão sendo concedidos pelo uso das tecnologias sem fio, que de fato vem provocando muitas mudanças nos hábitos e comportamentos das pessoas. Além disso, o uso da tecnologia vem sendo uma alternativa das empresas para sair na frente de seus concorrentes.

O advento da *Internet of Things* (IoT), na tradução livre, Internet das Coisas, vem trazendo a conectividade aos objetos, interligando tudo que está a nossa volta e permitindo a comunicação entre eles, trouxe também consigo a viabilidade da aplicação da Indústria 4.0, a qual muitos consideram como a quarta revolução industrial e tem como um dos pilares a IoT.

Entre as tecnologias utilizadas para aplicação de IoT, existe a tecnologia de identificação por radiofrequência (RFID), que não é apenas um produto isolado, mas sim todo um sistema que pode ser desenvolvido para controle e identificação automática utilizando emissão de sinais de rádio, permitindo o armazenamento remoto de informações por meio de etiquetas, conhecida como *tags*, que podem ser fixadas em produtos ou animais, para permitir a identificação do mesmo dentro do sistema. A ampla difusão desta tecnologia, principalmente pelo constante crescimento de IoT e Indústria 4.0, a torna amplamente aplicável em vários ambientes dentro da empresa, dentre eles, o estoque.

No ambiente de uma indústria gráfica, a gestão de estoques é fundamental para todos os setores de produção, assim como reflete na qualidade final do produto. Dentre estes setores, tem-se o corte e vinco, setor que utiliza itens como facas de corte.

Facas de corte são materiais que possuem uma base em madeira, normalmente em *Medium Density Fiberboard* (MDF) devido a facilidade de produção da faca neste tipo de material. Em sua produção, a base recebe um recorte especial, feito manualmente ou a laser, onde posteriormente são acopladas lâminas metálicas de corte ou vinco (FL FACAS, [20--]).

O contato exercido pela máquina entre a folha de papel e a lâmina de corte da faca proporciona um corte preciso, dando formato ao material. Após o uso das facas, é necessário realizar a estocagem para evitar que se tenha contato, principalmente com umidade, garantindo assim a durabilidade, evitando a proeminência do MDF ou o enferrujamento das lâminas, permitindo reutilizá-las posteriormente. Na maioria dos casos, as facas são armazenadas em prateleiras, longe do chão, uma ao lado da outra.

Futuramente, ao realizar a busca da faca de corte desejada no estoque, o responsável pelo serviço irá encontrar uma grande quantidade de modelos semelhantes, de fato, conseguir identificar as diferenças em cada faca é muito difícil, afinal, elas podem ter milímetros de diferença na largura ou altura, por exemplo. O tempo necessário para localização de uma faca pode levar algumas horas e pode ocorrer de não ser possível localizá-la.

A aplicação das etiquetas RFID, junto do conceito de Internet das Coisas, onde tudo está conectado e se comunicando, irá possibilitar o controle do ambiente de armazenamento, as requisições feitas pelo sistema e enviadas pelo leitor RFID, irão permitir, a partir da leitura da etiqueta, acesso a informações como número de montagens da faca de corte, formato, tipo de produto em que ela é aplicada, ao código da prateleira para localização manual, assim como a localização por proximidade, por meio da leitura da potência do sinal recebido da etiqueta. Além disso também será possível o registro de um código único na etiqueta que será aplicada na faca de corte, garantindo que, posteriormente ao buscar a mesma, ela seja localizada realizando a leitura deste código.

A seguir serão apresentados os objetivos gerais e específicos do presente trabalho.



## 1.1 Objetivo Geral

Aplicar o conceito de Internet das Coisas associado ao uso da tecnologia de identificação por radiofrequência (RFID) no gerenciamento do estoque de facas de corte de uma indústria gráfica.

## 1.2 Objetivos Específicos

Para o desenvolvimento deste projeto de pesquisa foram determinados os seguintes objetivos:

- Identificar dados relacionados ao armazenamento de facas de corte pelas indústrias gráficas da região;
- Identificar o melhor modelo de etiquetas RFID para ser utilizado neste tipo de controle organizacional;
- Desenvolver um sistema móvel para gerenciar os itens de estoque;
- Integrar as etiquetas RFID com softwares de leitura e gravação destes meios;
- Demonstrar um sistema de organização de facas de corte para possibilitar a fácil localização utilizando de RFID.

## 2 Revisão Bibliográfica

A seção a seguir apresenta uma revisão bibliográfica realizada acerca dos assuntos necessários para o desenvolvimento do sistema responsável pelo gerenciamento das facas de corte baseado nos conceitos de IoT.

### 2.1 Internet das Coisas

Grande parte das conexões com a internet, em todo o mundo, são dispositivos utilizados diretamente por seres humanos, como os computadores e celulares. A principal forma de comunicação é humano-humano (TAN; WANG, 2010, tradução nossa). Porém, é previsto que os números se invertam, e que em um futuro próximo tenhamos mais coisas conectadas a internet do que pessoas, graças a Internet das Coisas.

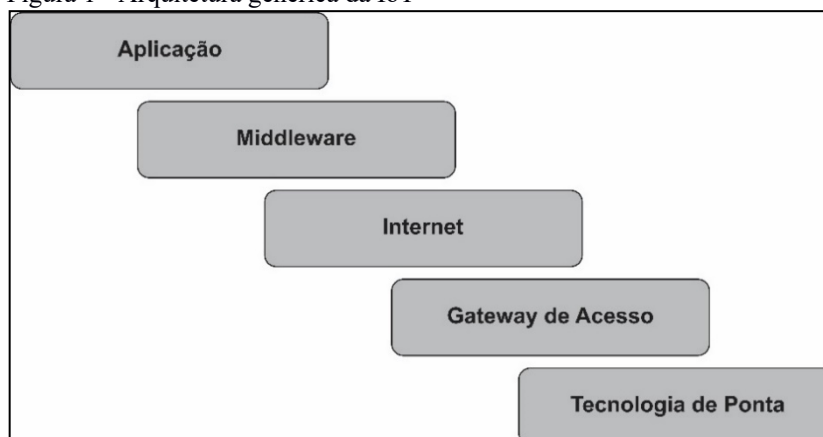
Com o crescimento da IoT, todos os objetos poderão estar conectados, as coisas poderão trocar informações entre si mesmas e o número de “coisas” ligadas a internet será muito maior do que o número de pessoas, e ainda, os humanos se tornarão a minoria dos geradores e receptores de tráfego (TAN; WANG, 2010, tradução nossa).

Diferente da Internet, onde popularmente temos o conhecimento da arquitetura em 7 camadas (Aplicação, Apresentação, Sessão, Transporte, Rede, Enlace e Física), na Internet das Coisas não existe uma definição exata da arquitetura correta. A medida que os sistemas baseados em IoT evoluem, eles necessitam se adaptar para integrar a outros sistemas (DEUTSCHE BANK, 2014).

Um exemplo de arquitetura foi proposto por Zarghami em 2013, o qual definiu como sendo a arquitetura ideal que cobrisse as necessidades das demandas de indústrias, empresas e a sociedade. Possuindo cinco níveis, conforme Figura 1 a seguir.



Figura 1 - Arquitetura genérica da IoT



Fonte: Adaptado de Zarghami (2013).

A camada de Tecnologia de Ponta seria a camada de *hardware* dos sistemas embarcados, como etiquetas RFID, redes de sensores, tendo por função a coleta de informações do ambiente. A camada de Gateway de Acesso seria responsável por tratar os dados e agilizar a comunicação entre as plataformas. A camada de Internet iria prover a comunicação e acesso a rede. Já a camada *Middleware* teria por função agregar e filtrar os dados recebidos. Por fim a camada de Aplicação é a responsável por fornecer os serviços ao usuário.

Além disso, para que ocorra a existência de IoT dentro de um sistema, segundo Al-Fuqaha et. al. (2015) é necessário a existência de seis elementos, sendo eles:

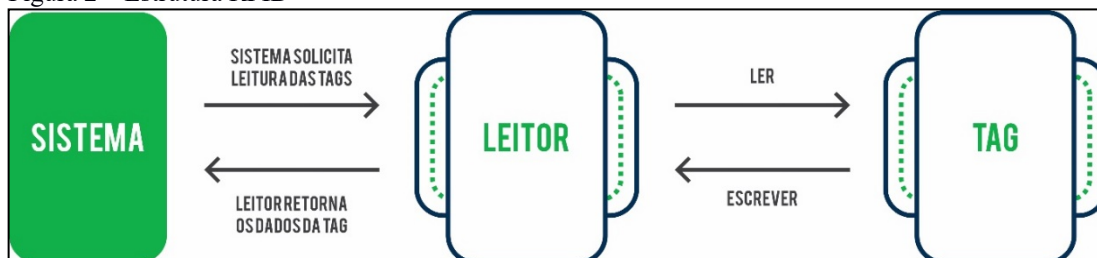
- Identificação: Afim de possibilitar a identificação única do objeto dentro do ambiente, como o uso do código EPC com etiquetas RFID;
- Detecção: Uso de sensores para coleta de dados do ambiente e envio para servidores em nuvem para serem analisados;
- Comunicação: Uso de tecnologias de comunicação como WiFi, *Bluetooth*, RFID, NFC para conectar os objetos;
- Computação: Cérebro de um sistema IoT, são normalmente os sistemas operacionais responsáveis pelo processamento de todos os dados recebidos, afim de gerar algum tipo de conhecimento;
- Serviços: Responsável por prover funções importantes ao sistema, com relação a identidade do objeto no mundo virtual e real, agregação de informações, entre outros;
- Semânticas: Regras aplicadas que fornecem a informação final ao usuário, permitindo o mesmo a tomar decisões.

## 2.2 Sistema RFID

O RFID está englobado no que é conhecido como conceito AIDC, que envolve tecnologias de identificação e captura de dados, dentre as diversas tecnologias, ele se destaca, um dos grandes benefícios é a sua adequação e integração nas redes de sistemas. É possível com isso, o armazenamento de grande quantidade de informações na rede e não na *tag* RFID, minimizando o custo das mesmas. Esse meio de utilização fornece um mecanismo para sincronizar os dados baseados nas informações das bases de dados da rede (THORNE et. al., 2006, tradução nossa).

Um sistema RFID é composto basicamente por três componentes: um *transponder*, também chamado de *tag*, um leitor ou interrogador e um controlador ou sistema. A Figura 2 mostra a composição básica do sistema.

Figura 2 – Estrutura RFID



Fonte: Adaptado de Innotrack (2007).

O *tag* é formado por uma antena e um microchip, o qual armazena dados. O leitor é o dispositivo utilizado para se comunicar com o *tag* RFID, sua função é converter as ondas de rádio em informação digital, que é armazenada no controlador ou computador. O controlador, que geralmente é identificado como *middleware* inclui um servidor e um banco de dados, tendo por função armazenar, filtrar, processar e gerenciar os dados do sistema RFID (HUNT; PUGLIA; PUGLIA, 2007, tradução nossa).

### 3. Trabalhos relacionados

Foram analisados trabalhos que apresentam um grau de similaridade com o tema deste trabalho.

No artigo publicado por Can Saygin (2006). A aplicação da tecnologia RFID para gerenciar o estoque de materiais perecíveis de uma empresa de manufatura, o qual a partir da aplicação de diversos cenários para simulação, o cenário adaptado com RFID foi mais eficaz do que o modelo empregado pela empresa naquela ocasião, foi responsável por reduzir os custos de fabricação, os níveis de estoque e evitando o desperdício excessivo da matéria prima.

O trabalho de Pinto (2013) apresenta o desenvolvimento de uma ferramenta baseada em RFID para gerenciamento do estoque de equipamentos hospitalares, o qual permitiu controlar, por meio das plantas das edificações da organização médica, o acompanhamento do movimento de entrada e saída dos estoques de matérias, bem como o deslocamento do mesmo dentro do ambiente hospitalar, embora não considerasse interferências do ambiente sobre o RFID.

Amaral (2015), desenvolveu um protótipo de um sistema para controle de estoque com RFID para supermercados. O desenvolvimento comprovou a viabilidade de aplicar a tecnologia RFID dentro do estoque, a partir dela foi possível ter um controle preciso das mercadorias que existiam em estoque, sem necessidade de deslocamento ou contato visual, além disso foi possível automatizar a entrada e saída de produtos.w

### 4. Materiais e métodos

Para a programação em dispositivos móveis, foi definido o uso da linguagem Javascript, a aplicação foi desenvolvida no *framework* Ionic. Para consumo dos dados, foi utilizado a plataforma disponibilizada pela Google, o Firebase. Para integração da tecnologia RFID, foi selecionado o leitor BT-900, fabricado pela Acura e as etiquetas passivas com chip Monza 5, da Impinj.

Para permitir a leitura das etiquetas RFID pelo leitor de forma eficiente, foi necessário desenvolver um layout de estoque para que o mesmo fique organizado e permita que o sinal de radiofrequência sofra a menor interferência possível do ambiente, garantindo que as informações sejam entregues corretamente e não afete o desempenho do sistema. Com o estudo realizado, ficou definido, conforme Figura 3, o seguinte layout para estocagem de facas de corte.

Figura 28 - Layout de estocagem de Facas de Corte

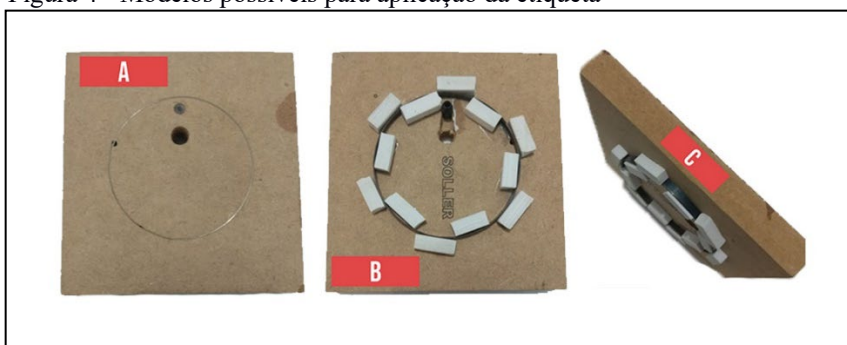


Fonte: O Autor.

O estoque foi organizado em prateleiras, construídas em madeira para reduzir o máximo de interferência no sinal de radiofrequência. As prateleiras foram divididas por setores, e dentro de cada setor foi colocado uma categoria de faca de corte. Para a aplicação do projeto, o ambiente de estoque foi criado considerando uma amostra dos itens do estoque, as dimensões não são compatíveis com o ambiente real, porém é suficiente para realizar a simulação.

Assim como o ambiente que a faca de corte está estocada necessita de uma organização específica para que ocorra a mínima interferência no sinal de radiofrequência, para garantir que a leitura ocorra de forma adequada, foi necessário realizar um estudo específico para definir a posição que será aplicada a etiqueta RFID na faca de corte, garantindo que a interferência da madeira e das laminas de metal existentes na faca sejam as menores possíveis sobre a *tag* RFID. Foram definidos três modelos de aplicação, a Figura 4 apresenta tais modelos.

Figura 4 - Modelos possíveis para aplicação da etiqueta



Fonte: O Autor

O modelo A foi descartado visto que em muitas facas de corte é aplicado uma chapa de metal na parte traseira para aumentar a aderência da mesma com a máquina de corte e vinco, resultando em um melhor contato com o papel a ser cortado, devido a aplicação desta chapa metálica, a transmissão do sinal seria totalmente prejudicado.

Já o modelo B embora tenha se mostrado um bom local para aplicação, durante os testes não se mostrou eficaz, ao ser estocada, a faca de corte fica em contato ou bem próxima de outras facas, as quais muitas vezes possuem a chapa metálica da parte traseira já colocada, com isso, embora não exista contato direto, a transmissão do sinal de radiofrequência foi prejudicada, reduzindo o alcance de leitura, assim como ocorrendo a distorção do sinal.

Por fim o modelo C foi o selecionado, a aplicação da etiqueta na lateral da faca se tornou a forma mais eficiente e correta. O local se mostrou adequado e a distância de leitura considerada boa.

#### 4.1 Estrutura da Aplicação

Para o desenvolvimento da aplicação, foi imaginado uma estrutura que facilitasse o uso por qualquer usuário. O sistema possui um controle com *login*, porém ele é exigido apenas quando se deseja retirar o item de estoque, pela função alocar e desalocar faca de corte, o *login* é validado pelo FirebaseUI, uma biblioteca criada a partir do SDK do Firebase *Authentication*. A autenticação ocorre pelo cadastro do *email* e uma senha do usuário.

O funcionamento da aplicação ocorre por requisições feitas pelo sistema e o leitor RFID retorna as informações armazenadas na etiqueta conforme o solicitado. A comunicação entre leitor e aplicação ocorre por meio do *bluetooth*. Para a aplicação desenvolvida, foi utilizado o *plugin Bluetooth Serial*, do Ionic.

Com relação ao visual da aplicação, a mesma é composta por um *sidemenu*, na tradução, um menu lateral, nele é possível encontrar todas as funcionalidades do sistema, deixando a tela principal da aplicação apenas com o que o usuário solicitou pelo menu. Para o sistema foram definidas quatro funções principais que terão sua funcionalidade diretamente relacionada ao uso do leitor e *tags* RFID: Inclusão, Identificação, Inventário e Localização.

### 5 Resultados e Discussões

A partir da etapa de levantamento de requisitos realizada neste trabalho, foi possível levantar material referencial importante sobre todos os temas tratados na implementação do sistema proposto, sendo esse seu principal objetivo.

A utilização e aplicação de uma etiqueta RFID passiva no sistema foi eficiente, conforme Floyd (2014, tradução nossa) e complementado por Smiley (2016, tradução nossa), embora seja um modelo simples, que carrega entre 96 a 128 *bits* de dados. Normalmente ela é muito utilizada em sistemas como o desenvolvido, para gerenciamento de estoques, principalmente por seu baixo custo. De fato, com os testes realizados ela foi capaz de retornar à informação ao leitor sempre que necessário.

Além disso, um dos grandes benefícios notados foi a possibilidade de gerenciamento de grande quantidade de informações de diversos itens utilizando uma etiqueta de baixo custo, isso por que, conforme notado por Thorne et. al. (2006, tradução nossa), embora seja uma etiqueta simples, a sua aplicação e integração com o sistema permite que, embora ela armazene uma quantidade baixa de informações, permite o relacionamento direto com um banco de dados na rede.

A escolha do leitor também foi essencial, a utilização de um modelo *handheld* trouxe a eficiência que se procurava para o desenvolvimento, esse resultado foi obtido pois com o leitor móvel foi possível realizar o deslocamento do mesmo ao longo de todo ambiente de estoque. Além disso, por possuir conexão *bluetooth*, permitiu que a integração com o sistema fosse simplificada.

A escolha da posição de aplicação da etiqueta RFID, assim como a organização de um estoque com a estrutura composta em madeira permitiu que o sinal de radiofrequência não sofresse tanta interferência, embora tenha sido necessário aplicar o Filtro de Kalman para alcançar uma precisão maior nos dados coletados.

Uma das grandes dificuldades encontradas foi quanto a definição do padrão de serialização do EPC. Conforme afirmado por Lenehan (2019, tradução nossa), as etiquetas RFID já vem pré-serializadas pelo fornecedor, ou seja, já vem com alguma identificação escrita em seu *chip*, porém não se existe nenhuma garantia que a etiqueta identificada seja única, sendo necessário realizar o processo de serialização, diante do estudo realizado e das informações obtidas, o uso do padrão de serialização internacional da GS1 se tornaria caro para o projeto. O uso do código de identificação gerado pelo Firebase se tornou eficiente, pois ao mesmo tempo que ele gerou um documento único no banco, também permitiu a utilização do código de identificação para serialização na faca de corte, garantindo assim que o item se tornasse único no ambiente de armazenamento.

Conforme um dos objetivos atingidos por Pinto (2013), em seu trabalho desenvolvido, também foi possível chegar ao resultado de maior controle das movimentações de estoque, sendo possível identificar entradas e saídas das facas de corte.

## 6 Conclusão

Aplicar um sistema de identificação por radiofrequência integrado a uma aplicação móvel requer uma grande variedade de ferramentas e conhecimento como observado durante o desenvolvimento do trabalho. Por meio dos assuntos estudados, como arquitetura de IoT, tecnologia RFID e tecnologias para desenvolvimento móvel híbrido, foi possível alcançar todos os objetivos propostos desde o início do trabalho.

A Tese publicada por Zarghami em 2013 serviu de base para estruturação de todo o sistema, foi possível selecionar, em cada uma das camadas por ele proposta, o veio de organizar uma arquitetura de IoT por ele definida, na camada de Tecnologia de Ponta foi utilizado as etiquetas RFID para coletar as informações, na camada de *Gateway* de Acesso, foi utilizado a radiofrequência para obtenção dos dados advindos da etiqueta, e o *bluetooth* para enviar os dados ao aplicativo móvel. Na camada de Internet, o aplicativo, juntamente do Firebase, desempenhou a função de análise e processamento dos dados recebidos. Na camada de *Middleware* o leitor RFID foi responsável por agregas e filtrar os dados recebidos, enviando as informações necessários ao aplicativo, e por fim, a camada de Aplicação é onde se encontra o aplicativo móvel, que fornece aos usuários todos os serviços e funcionalidades do sistema.

Os elementos para possibilitar a existência de IoT, segundo Al-Fuqaha et. al. (2015) também foram atingidos. A Identificação seu deu por meio da serialização do EPC no *chip* da *tag*, a Detecção foi alcançada pela própria etiqueta RFID, que emiti o sinal ao leitor quando necessário, o processo de Comunicação se deu em duas formas, pela radiofrequência entre o leitor e etiqueta RFID e por *bluetooth* entre leitor e o aplicativo móvel no celular. A Computação dos dados se deu por meio do Smartphone, o qual por meio do aplicativo pode realizar a gestão dos dados recebidos, dentre os diversos Serviços, foram aplicados o de Identificação, de Informação Agregada e Onipresente, onde toda informação recebida pode ser tratada e

transformada em informação para o usuário. E por fim e mais importante as Semânticas, a aplicação de regras, tratamento dos dados influenciaram diretamente na decisão a ser tomada pelo aplicativo, principalmente relacionado a localização do item, que por meio do tratamento do RSSI, foi possível estipular a localização da faca de corte no ambiente de estoque.

Dentre as vantagens notadas no desenvolvimento do projeto e aplicação do RFID em um estoque de facas de corte, podemos citar o que foi alcançado por Ribeiro e Silva (2016) em seu artigo, a redução de mão de obra, principalmente no processo de localização manual da faca de corte, agilidade na comunicação interna e externa e maior precisão dos dados.

Após a conclusão, pode-se observar algumas melhorias para dar continuidade ao projeto para novas pesquisas na área, conforme segue:

- implementação de um sistema que permite o controle de temperatura e umidade do ambiente;
- implementação de outros métodos de localização, como *Real Time Locating Systems* (RTLS) ou *Multilateration*;

Contudo, pode-se concluir que o trabalho cumpriu com todos os itens propostos, com um resultado satisfatório.

## Referências

- Al-Fuqaha, Ala *et. al.* Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols, and Applications. Ieee Communication Surveys & Tutorials. Nova Jersey, p. 2347-2376. Out. 2015. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7123563>. Acesso em: 14 out. 2018.
- Amaral, Rodrigo Varela do. Protótipo de um sistema para controle de estoque com RFID para supermercados. 2015. 115 f. TCC (Graduação) - Curso de Sistemas de Informação, Universidade do Planalto Catarinense, Lages, 2015. Disponível em: [http://revista.uniplac.net/ojs/index.php/tc\\_si/article/view/1937](http://revista.uniplac.net/ojs/index.php/tc_si/article/view/1937). Acesso em: 18 nov. 2018
- Deutsche Bank (Estados Unidos). Industry: The Internet of Things. Nova York: Deutsche Bank Ag, 2014. 102 p. Disponível em: [https://www.deutschebank.nl/nl/docs/The\\_internet\\_of\\_things.pdf](https://www.deutschebank.nl/nl/docs/The_internet_of_things.pdf). Acesso em: 25 set. 2018.
- FL Facas (São Paulo). Faca laser para corte e vinco. [20--]. Disponível em: <http://www.flfacas.com.br/faca-laser-corte-e-vinco>. Acesso em: 24 nov. 2018.
- Hunt, V. Daniel; PUGLIA, Mike; Puglia, Albert. RFID: A Guide to Radio Frequency Identification. New Jersey: John Wiley & Sons, 2007. 240 p.
- International Telecommunication Union (Suiça). Telecommunication Standardization Sector Of Itu. Series Y: Global Information Infrastructure, Internet Protocol Aspects and Next-Generation Networks. Geneva, 2013. 22 p. Disponível em: <http://handle.itu.int/11.1002/1000/11559>. Acesso em: 25 set. 2018.
- Pinto, Bruno Perché. Desenvolvimento de uma ferramenta baseada em RFID para controle de estoque e controle de movimentações de equipamentos hospitalares. 2013. 83 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Logística Estratégica e Sistemas de Transporte, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/BUBD-A2EQYV>. Acesso em: 18 nov. 2018.



- Saygin, C.. Adaptive inventory management using RFID data. The International Journal Of Advanced Manufacturing Technology, [s.l.], v. 32, n. 9-10, p.1045-1051, 16 mar. 2006. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s00170-006-0405-x>.
- Tan, Lu; Wang, Neng. Future Internet: The Internet of Things. In: International Conference On Advanced Computer Theory And Engineering, 3., 2010, Chengdu, 2010. p. 1 - 5. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/5579543/>. Acesso em: 25 set. 2018.
- Thorne, Alan *et. al.* Scoping of ID Application Matching. Reino Unido: University Of Cambridge, 2006. 27 p. Disponível em: [http://aero-id.org/research\\_reports/AEROID-CAM-002-ID.pdf](http://aero-id.org/research_reports/AEROID-CAM-002-ID.pdf). Acesso em: 17 nov. 2018.
- Zarghami, Shirin. Middleware for Internet of Things. 2013. 87 f. Tese (Doutorado) - Curso de Electrical Engineering, Mathematics And Computer Science Software Engineering, University Of Twente, Enschede, 2013. Cap. 2. Disponível em: [https://essay.utwente.nl/64431/1/final\\_Thesis-ver2.pdf](https://essay.utwente.nl/64431/1/final_Thesis-ver2.pdf). Acesso em: 25 set. 2018.